

KÖZLEKEDÉS TUDOMÁNYI SZEMLE

1974 JUL 3 11

1974 JUL 3 11



6 SZÁM
XXIV. ÉVFOLYAM

1974. JÚNIUS

НАУЧНО ЖУРНАЛ
ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ
Орган Научного Общества Транспорта

VERKERSWISSENSCHAFT-
LICHE RUNDSCHAU

Zeitschrift des Vereins
für Verkehrswissenschaft

REVUE DE LA SCIENCE
DES COMMUNICATIONS

Organe de la Société scientifique pour la
communication

SCIENTIFIC REVIEW
OF COMMUNICATIONS

Monthly of the Scientific Association
for Communication

Megjelenik havonta

Szerkesztő bizottság: dr. Harmati Sándor (a szerkesztésért felelős), dr. Czére Béla (szerkesztő), dr. Abrahám Kálmán, dr. Ertl Róbert, dr. Fekete György, dr. Gáll Imre, dr. Kádas Kálmán, dr. Kerkápoly Endre, Kovács György, dr. Martonyi József, dr. Nagy József, dr. Nagy Rudolf, Piroska István, dr. Szabó Dezső, dr. Tózsér István, dr. Turányi István.

TARTALOM

<i>Dr. Juhár Zoltán</i> : Konténerizáció a belkereskedelemben	241
Könyvszemle	243, 276
<i>Bankné Mónus Tünde</i> : Az M7 autótűt 1973. évi hétvégi egyíránnyújtásának értékelése	244
<i>Cs. Nagy Lajos—Szeifner Ferenc</i> : A vasúti szintbeni útátjárók kialakításának néhány fontos kérdése	248
<i>Dr. Vajda József—Győrik Albert</i> : Vasúti menetdinamikai számítások megoldása digitális számítógéppel	254
<i>Vásárhelyi Boldizsár</i> : A miatanagság meghatározásának néhány problémája a közúti forgalomfelvételnél	261
<i>Destek Miklós</i> : A vasúti pálya és a jármű kölcsönhatásának rendszerszemléletű vizsgálata	271
<i>Nemzetközi Szemle:</i>	
<i>Keleti Imre</i> : A Repülőterek 4. Világkonferenciája Londonban . .	277
Egyesületi hírek	285

E számunk szerzői:

Dr. Juhár Zoltán belkereskedelmi miniszterhelyettes; *Bankné Mónus Tünde* okl. mérnök, a KPM Budapesti Közúti Igazgatóság Autópálya Főnökség előadója; *Cs. Nagy Lajos* okl. mérnök, a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium I. Vasúti főosztályának előadója; *Szeifner Ferenc* okl. mérnök, a MÁV Tervező Intézet tervezője; *Dr. Vajda József* adjunktus, *Győrik Albert* tanársegéd a Budapesti Műszaki Egyetem Vasúti Járművek Tanszékén; *Vásárhelyi Boldizsár* okl. mérnök, a Közúti Közlekedési Tud. Kutató Intézet főmunkatársa; *Destek Miklós* okl. gépészmérnök, az Igazságügyi Műszaki Szakértői Iroda vezetőjének tud. helyettese; *Keleti Imre* okl. mérnök és gazdasági mérnök, a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium Közúti főosztályának főmérnöke

РЕЗЮМЕ

	Стр.
<i>Д-р Золтан Юхар: Контейнеризация во внутренней торговле</i>	241
Автор сначала покажет задачи по перемещению товаров и программы развития венгерской внутренней торговли, далее занимается обращением больших, средних и малых контейнеров во внутренней торговле, преимуществами и перспективами контейнеризации.	
<i>Тындэ Монуш-Банкэ: Оценка однонаправленного движения, осуществлённого на конце неделей в 1973-ем году на автострате М7</i>	244
Труд приводит данные о однонаправленном движении, осуществлённом в 22 раза в 1973-ем году, положении несчастных случаев в свете различных показателей. Проведённое обследование подтверждает эффективность осуществления однонаправленного движения.	
<i>Лайш Ч. Надь—Ференц Сейфнер: Некоторые важные вопросы разработки железнодорожных переездов на одном уровне</i>	248
Авторы статьи сначала покажут читателям традиционные железнодорожные переезды. Вслед за этим подводят итоги экспериментальных опытов, проведённых с 1967-го года на Венгерских Государственных Железных Дорогах с новыми типами переездов, имеющими контррельса, одновременно доказывают преимущество раздельных двухпорных крупноплитовых переездов, изготовленных из сборных железобетонных элементов.	
<i>Д-р Ёжеф Вайда—Алберт Дёрик: Железнодорожные тяговые динамические расчёты, осуществлённые дигитальными вычислительными машинами</i>	254
Данный труд сначала показывает читателям математическую модель задачи, потом подробно излагает употребляемые методы для её решения, далее логическую систему применённой дигитальной машинной программы. Авторы наконец приводят и расчётный пример.	
<i>Д-р Болгизар Вашархей: Некоторые проблемы определения величины образца при привязке размера движения по дорогам общего пользования</i>	261
Автор сначала даёт математико-статистический обзор о проблеме взятия пробы, потом вносит предложение на измерение отдельных характеристик техники движения, то есть на планирование подсчётов в отношении характерных данных процесса движения, узловых движений и потока движения.	
<i>Миклош Дэштэк: Исследование методом теории системы взаимодействие между железнодорожным путём и подвижным составом</i>	271
Из многочисленных взаимодействий труд занимается явлениями, оказывающими влияние на ходовых качеств подвижного состава и на безопасность пробега. Наряду старых методов исследований, с использованием достижений теории системы, автор предлагает разработку и введение новых способов измерений.	
<i>Международный Обзор:</i>	
<i>Имре Келети: 4. Всемирная Конференция Аэропортов в Лондоне</i>	277
Статья даёт отчёт об обширной программе конференции, организованной в 9-и секциях в 1973-ем году, а вслед за этим подробно излагает материал I-й секции, которая занималась обзорением будущей транспортной системы, ожидаемыми задачами пассажирских и грузовых перевозок, перспективами воздушного транспорта, предусмотрительно до 1990-х годов.	
<i>Библиография</i>	243, 276
<i>Деятельность Общества</i>	285

ZUSAMMENFASSUNG

<i>Dr. Zoltán Juhár: Containerisation im Innenhandel</i>	241
Der Verfasser beschreibt vorerst die Aufgaben der Güterbewegung im ungarischen Innenhandel und das Programm ihrer Entwicklung, dann befasst er sich mit dem Verkehr der Gross-, Mittel- und Kleinbehälter im Innenhandel, sowie mit den Vorteilen und Aussichten der Containersiation.	
<i>Frau Tünde Bank—Mónus: Auswertung des Einbahnverkehrs auf der Autostrasse M 7 während des Wochenendverkehrs im Jahre 1973</i>	244
Die Abhandlung gibt die Verkehrsdaten und die Entwicklung der Unfallzahlen im Spiegel der verschiedenen Kennziffern der in 1973 22-mal verwirklichten Verwendung der Autostrasse als Einbahnstrasse bekannt. Die Untersuchung bestätigt die Effizienz des zeitweiligen Verkehrs in nur einer Richtung	
<i>Lajos Cs. Nagy—Ferenc Szeifner: Einige bedeutende Fragen des Ausbaus der schienengleichen Übergänge</i>	248
Nach Bekanntgabe der herkömmlichen Strassenübergänge (mit Leitschienen) behandeln die Verfasser die Erfahrungen, die mit den neuartigen Strassenübergängen ohne Radlenker seit 1967 bei den Ungarischen Staatseisenbahnen im Laufe der Versuche gewonnen wurden, wobei die Vorteile der Wegübergänge bewiesen werden, die als Betonfertigteile zur Verwendung gelangen und aus geteilten, an zwei Stützen ruhenden Grossplatten bestehen.	
<i>Dr. József Vajda—Albert Györik: Fahrdynamische Berechnungen der Eisenbahn mittels digitalem Rechnergerät</i>	254
Die Abhandlung macht zuerst das mathematische Modell der Aufgabe bekannt, beschreibt dann ausführlich die zur Lösung verwendbaren Methoden, sowie das logische System des benützten digitalen Rechnergerätes. Am Ende der Abhandlung teilen die Verfasser ein rechnerisches Beispiel mit.	
<i>Dr. Boldizsár Vásárhelyi: Einige Probleme der Bestimmung der Stückprobengrösse bei der Strassenverkehrsaufnahme</i>	261
Der Verfasser gibt zuerst einen Überblick des mathematisch-statistischen Problems der Auswahl, dann schlägt er die Messung einiger verkehrstechnischer Kennwerte, bzw. die Planung der Verkehrszählungen vor, u. zw. in bezug auf die Daten, die den Verkehrsablauf, die Bewegung in Knotenpunkten und die Strömung des Verkehrs kennzeichnen.	
<i>Miklós Destek: Untersuchung der Wechselwirkungen von Eisenbahngleis und Fahrzeug auf Grund der Betrachtungsweise der Systemtheorie</i>	271
Unter den vielartigen Wechselwirkungen beschäftigt sich die Abhandlung mit den Erscheinungen, die die Laufgüte und Laufsicherheit der Fahrzeuge beeinträchtigen. Unter Anwendung der Erkenntnisse der Systemtheorie wird ausser den bestehenden Untersuchungsmethoden die Erarbeitung und Einführung neuer Messungsmethoden beantragt.	
<i>Auslandschau:</i>	
<i>Imre Keleti: Die 4. Weltkonferenz der Flugplätze in London</i>	277
Der Artikel berichtet über das reichhaltige Programm der in 1973 in 9 Sektionen veranstalteten Konferenz und gibt dann das Material der Sektion I ausführlich bekannt, das sich mit einem Überblick des Verkehrssystems der Zukunft, mit den zu erwartenden Aufgaben der Personen- und Güterbeförderung und mit den Aussichten des Luftverkehrs bis 1990 vorausblickend befasst.	
<i>Bücherschau</i>	243, 276
<i>Vereinsnachrichten</i>	285

Konténerizáció a belkereskedelemben

Dr. JUHÁR ZOLTÁN

Életszínvonalpolitikai céljainkkal összhangban évről-évre javul a lakosság áruellátása, bővül az áruválaszték, dinamikusan nő az áruforgalom. Ez a kereskedelem számára egyre fokozódó feladatokat jelent a forgalom szervezése, a disztribúciós folyamat irányítása, a termelési választék fogyasztói választékká való átalakítása terén.

E feladat nagyságrendjét jelzi, hogy a kereskedelem az 1973. évben 52 ezer üzletben 20 millió tonna árut juttatott el a fogyasztókhoz, s a termelés és a fogyasztás közötti ütemkülönbség áthidalására, a folyamatos áruellátás biztosítására átlagosan mintegy 36 milliárd Ft értékű készletet tartott.

Ebből következik, hogy az áruutánpótlás szervezetségének színvonala, a felhasznált élő- és holtmunka mennyisége a kereskedelmi tevékenység hatékonyságának lényeges tényezője. Miután ez népgazdasági érdek is, elsőrendű fontosságot tulajdonítunk az *árumozgatás korszerűsítésének*, s erre *hosszútávú programot* is dolgoztunk ki. E program keretében egy évtizeddel ezelőtt kezdődött meg árutároló bázisaink rekonstrukciója és fejlesztése. Jelenleg már több százezer m² új és e célra átalakított raktárterületen korszerű belső anyagmozgatási technológiákkal dolgozunk. Az árumozgatás gépesítése és szervezése lényegesen csökkentette a raktári munkások fizikai igénybevételét és az élőmunkaráfordítást.

Anyagmozgatási rendszereink az *egységgrakománypépzés* elvén és gyakorlatán alapulnak; az áruk raktározását és raktári belső mozgatását *rakodólapon* végezzük. A rakodólapokat az áruszállításhoz is használjuk, de itt a még meglévő szemléleti, rendszerszervezési és szabályozási különbségek sok problémát okoznak. Nehezen sikerül a termelők, a fuvarozók és a kereskedelem közötti együttműködés feltételeit kellő szinten biztosítani, holott az *egységgrakománypépzés* és a *teljes szállítási láncolatok korszerűsítése* csak akkor valósítható meg, ha a láncolat kezdőpontján az ipar a fogyasztó-

tói-, gyűjtő- és szállítói csomagolás helyes méretrendszerét megvalósítja.

Hosszútávú fejlesztésünk jelenlegi szakaszában, a már korszerűsített raktárbázisainkra támaszkodva, az *áruutánpótlás teljes folyamatának racionalizálását* tűztük ki célul. Az egységgrakományok továbbítását folyamatszervezéssel, korszerű szállítási láncolatok kialakításával, a *szállítások programozásával* tesszük gazdaságosabbá és teljeskörűvé. Munkánk eredményességének feltétele, hogy a folyamatban résztvevő termelő és fuvarozó vállalatok a saját területükön szükséges szervezési feladatokat ugyancsak megoldják.

Áruutánpótlásunk racionalizálását segíti, hogy a közlekedési ágazatokkal olyan korszerű árutovábbítási rendszerek kialakításában működhetünk együtt, amelyek növelik a kereskedelmi árutovábbítás hatékonyságát. A belkereskedelem, mint a fuvarozási láncolat egyik tagja nagy erőfeszítéseket tett a *hazai konténerizáció* fejlesztésének kísérleti időszakában a helyes berakási és árufogadási technológiák kialakítására, majd a forgalom megindulása után a technológiák gyakorlati bevezetésére, gazdaságosabbá tételére. E munkánkat a fuvarozó vállalatokkal teljes mértékben összehangoltan, az érdekek kölcsönös tiszteletben tartásával végezzük.

Nagy- és közepes konténerek

Részvételünk a *hazai konténeres fuvarozási láncolatokban* egyre jelentősebb. Ezt bizonyítja az, hogy a nagy- és közepes konténerek legnagyobb feladókörzetében, Budapesten — ahol a nagykonténerek több mint 30%-át, a közepes konténerek közel 50%-át adják fel — a kereskedelem részesedése 30—40% közötti.

A budapesti feladási forgalom — havi átlagban — 1973. első három negyedévében az 1. táblázat szerint alakult.

1. táblázat

Konténer típus	A feladott konténerek száma (db)		A belkereskedelem részaránya, %
	Budapesten összesen	ebből belkereskedelem	
Nagykonténer . Közepes konténer ...	75	22	29,4
	786	309	39,4

Vidéken a belkereskedelem feladási részaránya látszólag kisebb, mint Budapesten. Az ipar által feladott konténerek címzettjeinek jórésze azonban kereskedelmi vállalat, a belkereskedelem által feladott konténerek fogadói pedig minden esetben kereskedelmi raktárak, áruházak, szakboltok stb. (Egyedül a Bútorértékesítő Vállalat az 1972. évben 490 db, 1973. első három negyedévében 341 db nagy konténerben fuvarozott árut Győrből, Miskolcra, Debrecenből.)

Megállapítható tehát, hogy a kereskedelem mint feladó és fogadó az egyre jobban kiépülő rendszerben ma az egyik legnagyobb konténerforgalmat lebonyolító ágazat.

A nagykonténerek használatából a közel két éves gyakorlat alapján az alábbi néhány következtetés levonására van lehetőség:

— a nagykonténerek térfogata jobban kihasználható, mint a vasúti kocsiké, a konténerek belső mérete és kiképzése teljesen azonos, előre elkészíthető az optimális berakási terv:

— a konténerbe mindig ismert mennyiségű áru rakható be, egyébként a berakható árumennyiség a rendelkezésre bocsátott vasúti kocsik méreteitől függően lényegesen változhat;

— a vasúti kocsiban végzett szállítás esetében szükséges csomagolóanyagból konténeres fuvarozás esetében jelentős hányad — bútoroknál mintegy 50% — megtakarítható:

— elkerülhető az átrakás során keletkező árukárok és az egyes árudarabok nem keverednek össze;

— az árutovábbítás gyorsabb, és kevesebb a nehéz fizikai munka.

A kereskedelem számára jelenleg még előnyösebbek a közepes méretű konténerek.

A kereskedelmi vállalatok már a Budapest—Miskolc útvonal megnyitásakor az első közepes konténer felhasználók közé tartoztak. A MÁV Vezérgazgatóság ezt követően a kérésünknek megfelelő sorrendben kapcsolta be a konténerforgalomba azokat a pályaudvarokat, amelyeknek körzetében a jelentős vasúti áruforgalmat lebonyolító raktáraink, kiskereskedelmi egységeink elhelyezkednek.

A koordinált fejlesztésnek köszönhető, hogy számos jelentős kereskedelmi vállalat fuvaroz rendszeresen közepes konténerekben. Kiemelhető ezek közül a Centrum Áruház, a BÉTEX, a RÖVIKÖT, a RAVILL, a VASÉRT, a Bizományi Áruház, a DÉLKER Vállalat tevékenysége. Ezeknél a vállalatoknál az árutovábbítás racionalizálásának ma már természetes eszköze a közepes konténer.

A közepes konténerek előnyei belkereskedelmi szempontból a következők:

— a 10 m³-es befogadóképesség megfelel egy nagyobb szakbolt által egyszerre rendelt árumennyiségnek, míg a vasúti kocsik 60—80 m³-es befogadóképessége rendszerint nem használható ki;

— fuvardíja könnyen kiszámítható, mindig arányos a teljesítménnyel;

— gyorsan, megbízhatóan továbbítható.

Kedvező tapasztalataink arra ösztönöznek, hogy tovább növeljük a közepes konténerekben fuvarozott kereskedelmi áruk mennyiségét. Volumen-növekedést eredményezhet az is, ha a vidéki átrakóközvetekből vidékre feladott, de Budapesten áthaladó küldemények továbbítási időtartamát a vasút lerövidíti.

Kereskedelmi kiskonténerek

A kereskedelem kifejlesztette a bolti áruutánpótlás korszerű rendszerének megfelelő kiskonténer típusokat is, amelyek ma már a kiskereskedelmi áruutánpótlás korszerű elosztási és anyagmozgatási rendszerének gyakorlatban bevált eszközei. A kiskonténerekkel megvalósított szállítási lánc mindazokat az előnyöket biztosítja, mint a nagyobb méretű konténerekre alapozott. Ugyanakkor a kiskonténerek kerekeken gördíthetők, külön berendezés csak vertikális mozgásukhoz szükséges. A konstrukciójuk nemcsak az áruellátás, hanem az értékesítési igényeit is figyelembe veszi, így a szállítási láncolat korszerűsítése mellett a teljes továbbításban és a bolti értékesítésben is biztosítják a munka racionalizálásának technikai feltételeit. Lényeges tényező, hogy a kiskonténeres áruutánpótlási rendszer az árumozgatással legjobban igénybevett dolgozókat mentesíti a nehéz fizikai munka alól.

A kiskonténerek méretrendszere ahhoz az európai szabványként elfogadott síkrakodóalaphoz alkalmazkodik, amely a gépesített anyagmozgatási rendszereinknek, raktári technológiáknak, továbbá a gyűjtő- és szállítási csomagmérteinknek az alapja. A fogyasztói csomagolási áruk mozgatására és értékesítésére kialakított zárt kiskonténerek alapterülete a fél rakodólap méreteit, a gyűjtő csomagolási áruk továbbítására kialakított nyitott kiskonténerek a gyűjtőkartonok helyigényét is figyelembe veszik. Hasznos térfogatuk és teherbírásuk akkora, hogy egy nagyobb bolt által bizonyos árukból egyszerre rendelt mennyiség elhelyezhető bennük, tehát a konténerek rendelési egységnek is tekinthetők. A bolti berendezésekhez technológiailag és esztétikailag jól alkalmazkodnak. Beszerzési áruk még nagyobb mennyiség esetén sem jelent elviselhetetlen terhet a munka racionalizálására törekvő vállalatoknak.

A kiskonténeres áruutánpótlás rendszere a legtöbb árut mozgó napicikk kereskedelemben főként a főváros és néhány nagyobb város ABC áruházaiiban és szakboltjaiban valósult meg és természetesen a legnehezebb homogén árucikkek — liszt, cukor, só, rizs, burgonya, hagyma — kerültek először konténerbe.

A jelenlegi szakaszban a kiskonténer még nem halad végig a teljes szállítási láncon. Megrakásukat a nagykereskedelem végzi, de a boltban az árut már nem rakják ki belőle, hanem az eladótérben helyezik el, és az értékesítés konténerből történik. Áruutánpótlási folyamatunkban így 4—5 olyan átrakási műveletet megtakarítottunk, amelyeket a hagyományos továbbítási technológiánál korábban kézzel kellett elvégezni. A megmozgatott áruvolumen már elérte azt a nagyságrendet, ahol az egyes termelő vállalatoknak is érdekük bekapcsolódni a folyamat racionalizálásába. Ezért a kedvező eredménnyel zárt kísérletek után az élelmiszergazdaság és a belkereskedelem felső vezetésének egyértelműsítésével minisztériumi és vállalati szinten intézkedünk a szállítási láncolatok összekapcsolásáról és a fontosabb áruk teljes útjának racionalizálásáról.

Ezzel egyidejűleg kísérleteket végzünk további árucikkek konténeres szállítására is. Megfelelő termoszkonténer kialakításával a hűtést, illetve az állandó hőmérsékletet igénylő áruk továbbítását is korszerűsítjük.

Az egységakománypépzés és ennek alapján a gépesítés jelentősen növelte a bolti áruellátás biztonságát, az áruutánpótlás programozhatóságát. 1974-ben további előrelépésként kísérleti jelleggel megkezdjük Budapesten néhány nagyobb ABC áruházhoz az éjszakai áruszállítást, amelynek technikai feltételét a korszerűsödő áruutánpótlási rendszer és a kiskonténer teremtették meg.

A kiskonténer terjedését állami támogatással is gyorsítjuk. Ágazati hovatartozástól függetlenül támogatást kap minden vállalat, amely a kijelölt területen közreműködik a racionalizálási munkákban.

A kiskonténer két éves üzemszerű felhasználása igazolta várakozásainkat. A kialakított rendszer és eszközei technológiailag jól illeszkednek a kereskedelem áruutánpótlási munkájába. A vállalatok mintegy 50 millió Ft-ot fordítottak a rendszer létrehozására. Közel 10 000 kiskonténer felhasználásával jelentősen csökkentették a bolti és raktári dolgozók fizikai igénybevételét, többszáz-ezer tonna súlyú áru kézi átrakásától mentesítve őket.

A konténerizáció helye a fejlesztésben

A kereskedelmi áruutánpótlás korszerűsítése az egységakománypépzés és a teljes folyamat racionalizálásának elvén alapszik. A nagy, a közepes és a kiskonténer a rakodólappal, továbbá a helyes méretrendszerű gyűjtő- és szállítói csomagolásokkal együtt a kereskedelmi munka racionalizálásának jó eszközei, amelyek megfelelő folyamatszervezéssel, programozással társulva csökkentik a kereskedelmi dolgozók fizikai terhelését és az áruutánpótlás élők munkaráfordítását.

A konténerizáció hazai kialakulásában, fejlődésében még a szakemberek előtt is általában kevésbé ismert a kereskedelem közreműködésének mértéke. Eddig végzett munkánk áttekintése az országos konténerizációs programban való részvételünk és a további fejlesztésben való közreműködésünk megítélését is bizonyára segíti.

A konténerizáció bevezetése terén elért eredményeinket a fejlesztés első ütemének tekintjük, amelyet a következő években a kereskedelem áruutánpótlási rendszerének további korszerűsítése és ezen belül a konténerekben szállított áruk volumenének lényeges növekedése követ majd.

Könyvszemle

Váltakozó áramú járműgenerátorok

Bp. 1974. Műszaki Könyvkiadó, 228 p. 164 ábra (ára kötve: 32,— Ft).

A járművek korszerű áramfejlesztői egyenirányítóval kapcsolt váltakozó áramú generátorok, amelyek az az utóbbi időben gyorsan tért hódítottak. Az új gépjárműtípusokban, az új vasúti kocsikban ma már generátorok működnek a hagyományos egyenáramú töltődinamó helyén. E kiadvány foglalkozik a generátorok minden fajtájával, nemcsak önmagában, hanem a járművek teljes világítási rendszerének részeként. Ugyancsak tárgyalja a szabályozók fejlődését, az egyszerű mechanikus megoldástól a legkorszerűbb félvezetők-ből felépített szabályozókig.

A könyv 7 fejezetből áll. Az 1. fejezet az akkumulátorral kapcsolt áramfejlesztő gépek üzemét ismerteti.

A 2. fejezet bemutatja a járművek változó fordulatszámú áramfejlesztő generátorait, míg a 3. fejezet tárgyalja a változó fordulatszámú üzemben dolgozó áramfejlesztő gépek jellemzőit és jelleggörbéit. Ezt követően foglalkozik a kötet (a 4. fejezetben) az ólomakkumulátorok felépítésével, üzemével, töltésével. Részletesen ismerteti — az 5. fejezet keretében — a járműgenerátorok feszültségszabályozóit általában, majd külön a vonatvilágítási feszültségszabályozókat is. A terjedelmes 6. fejezet a közúti járművekben használt váltakozó áramú generátorokat és szabályozóikat mutatja be szervíz-könyvszerűen, így — többek között — a Polski Fiat 125 és a Zsiguli személygépkocsik generátorát és világítási rendszerét. Végül a 7. fejezet a permanensmágneses generátorokkal foglalkozik.

Az új szakkönyv szerzői: Bakos István, dr. Bognár Mihály, Hevesi György, Neszményi József és Szigeti János.

Az M7 autót 1973. évi hétfégy egyirányúsításának értékelése*

BANKNÉ MÓNUS TÜNDE

Hazánk legnagyobb kiránduló centruma a Balaton. Budapesttel összekötő útja az M7 autópálya és autót, valamint a 70. sz. főút. A Balaton felé irányuló forgalom nagy része péntek déltől vasárnap délig bonyolódik le, míg a Balatonról Budapest felé visszairányuló forgalom vasárnap délután és este veszi igénybe az utakat.

A vasárnap délutáni csúcsok levezetésére a fentiek figyelembevételére és a forgalom elemzése alapján 1972-ben a belügyminiszter és a közlekedés- és postaügyi miniszter együttes utasítása alapján június-augusztusban egyirányú forgalmi rend lépett életbe az M 7 autótön.

1. Egyirányúsítás 1973-ban

1973-ban, az előző évtől eltérően, az M7 autót egyirányúsítása közel öt hónapig tartott. Az első egyirányúsítást május 1-én, az utolsót pedig szeptember 23-án tartották összesen 22 alkalommal. Az elő- és utószezonban való meghosszabbítást a megelőző évek forgalmi adatai támasztották alá. Zamárditól Martonvásárig egyirányú forgalom bonyolódott le május 1-től július 24-ig. A jobb pálya Székesfehérvárig történt átadása után az egyirányúsítás július 1-től szeptember 23-ig Zamárdi és Székesfehérvár között volt.

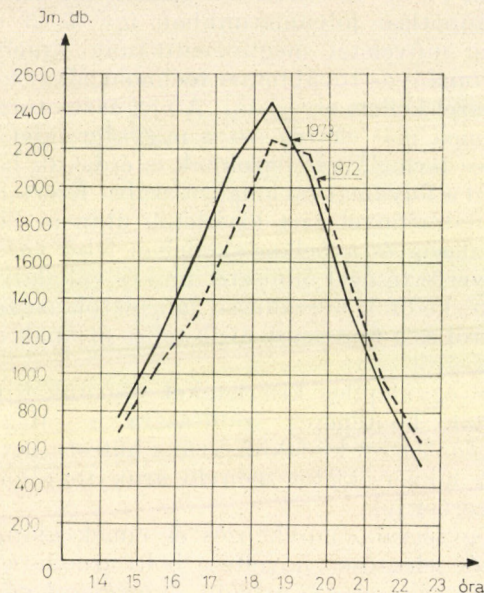
2. A forgalom nagyság alakulása

A két évben az egyirányúsítások átlagos óránkénti forgalmának lefolyását mutatja az 1. ábra az M1—M7 autópályán a budaörsi, a 2. ábra az M7 autópályán a törökbálinti és a 3. ábra pedig az M7 autótön a lepsényi forgalomszámláló állomások mérései alapján, Budapest irányába. Jól megfigyelhető 1973-ban a forgalom növekedésének mértéke és a csúcsorák átlagos eltolódása 1972-höz képest.

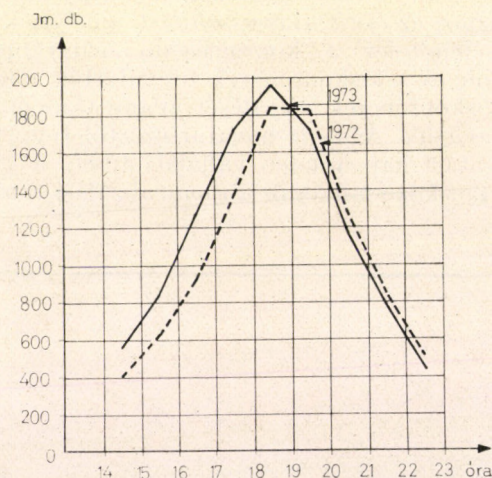
Az értékelésnél igen jellemző érték az egyirányúsítás ideje alatt lebonyolódni képes forgalom nagyság Budapest irányába. A három keresztmetszetben 16^h—22^h között lefolyt forgalom nagyságát az 1973-as évben a 4. ábra, míg 1972-ben az 5. ábra szemlélteti. A grafikonból megfigyelhető lüktető jelleg mély pontjai a rossz, kiemelkedő pontjai pedig a kedvező időjárás mellett alakultak ki. A két év egyirányúsítása alatt lebonyolódott legnagyobb forgalom nagyságot az 1. táblázat tartalmazza, mérési helyenkénti bontásban.

A legnagyobb forgalmú órák vizsgálata az egyirányúsítás alatt igen fontos értéket nyújt. A csúcsorák forgalom nagyságát mindhárom szelvényben 1973-ban a 6. ábra, 1972-ben pedig a 7. ábra szemlélteti. Ezen görbeseregeknél is nagyon erősen érződik az időjárás befolyásoló hatása. Az egyirányúsítás legnagyobb csúcsoráit a vizsgált keresztmetszetekben a bekövetkezés időközével együtt a 2.

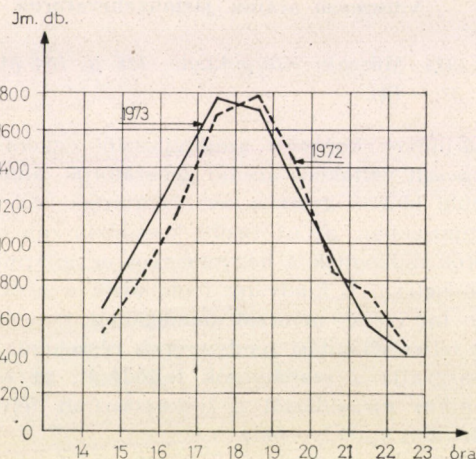
* E tanulmány közzését a Közlekedéstudományi Egyesület Ifjúsági Szervező Bizottsága kezdeményezte. (Szerk.)



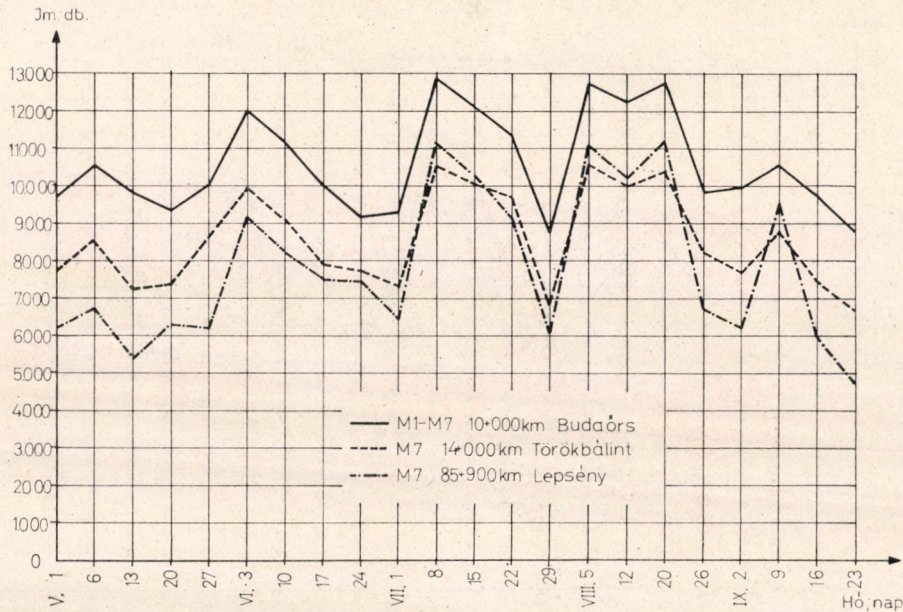
1. ábra. Átlagos óránkénti forgalom, M1—M7 autópálya, 10+000 km Budaörs



2. ábra. Átlagos óránkénti forgalom, M7 autópálya, 14+000 km Törökbálint



3. ábra. Átlagos óránkénti forgalom, M7 autót, 85+900 km, Lepsény

4. ábra. 1973-ban a forgalomlefolys az egyirányúsítás alatt (16^h–22^h)

2. táblázat

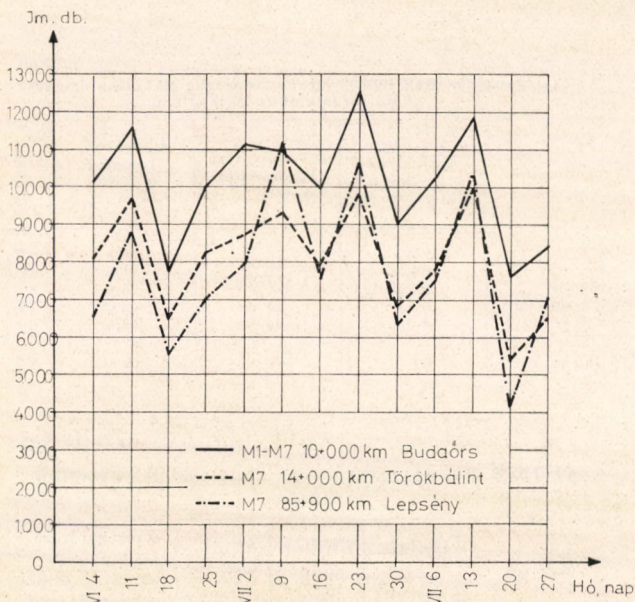
Az 1973. és 1972. évi egyirányúsítás legnagyobb csúcsórái

Forgalom- számláló állomás	Csúcs- óra jm/db	Időpont	Óraköz, h
M1—M7 Budaörs	3027	1973. július 15.	18—19
	2941	1972. június 11.	18—19
M7 Törökbálint	2560	1973. július 15.	18—19
	2487	1972. június 11.	18—19
M7 Lepsény	2780	1973. augusztus 20.	17—18
	2895	1972. július 23.	17—18

táblázat adja meg. Budaörsnél és Törökbálintnál az 1973-as évi csúcsóra az előző évhez képest megnövekedett.

Minden hónap egy-egy vasárnapján egész napos forgalomszámlálás volt (6^h–23^h között). Ez lehetőséget nyújtott arra, hogy összehasonlítást végezzünk az egyirányúsítás alatt lebonylódni képes forgalomnagyság (16^h–22^h) százalékos arányára az egész napi forgalomhoz képest. Ezen értékeket 1973. évre a 3. táblázat adja meg, a forgalomszámlálási nap pontos feltüntetésével. A táblázat tartalmazza a vizsgált vasárnapokra az M1—M7, az M7 autópályán és autóúton a százalékos arányt, és az átlagértéket is. Ez az érték Budaörsön 64,3%, Törökbálinton 68,3%, Lepsényben pedig 49,6%. Az útvonalra jellemző átlagérték 60,7%.

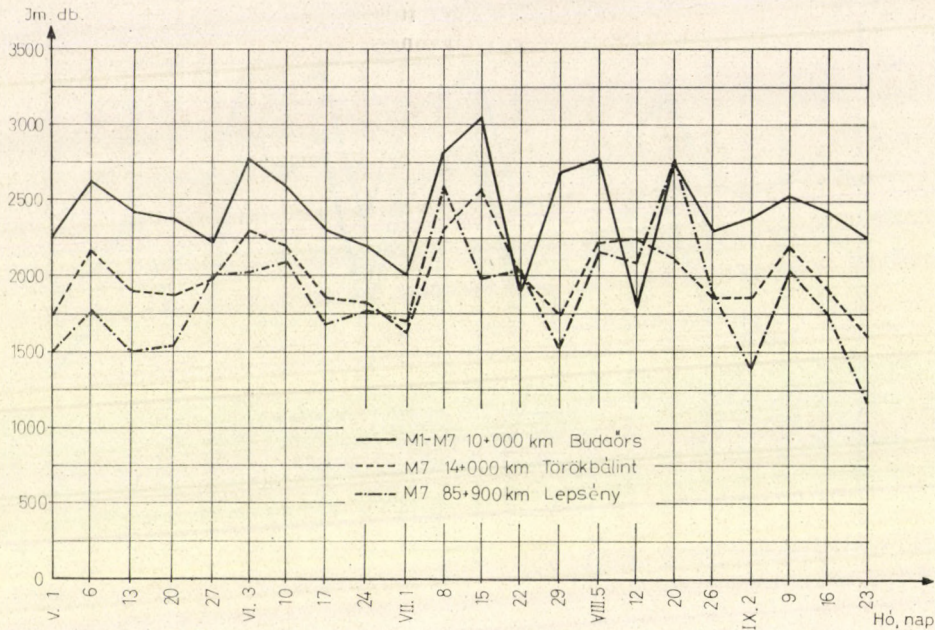
Az M1—M7 autópályája, a 70 sz. főút és a 8101. sz. út együtt az Osztyapenkó csomópontban lép be Budapest területére. Az egyirányúsítás időtartama alatt a vasárnapi és az ünnepnapi csúcsforgalom tovább növekedett, amelyet a budapesti bevezető szakasz már csak a forgalomlefolysban keletkezett fennakadásokkal tudott fogadni. Ezek a forgalmi visszatorlódások az M1—M7 autópályát és néhány esetben az M7 autópályája elejét is érintették.

5. ábra. 1972-ben a forgalomlefolys az egyirányúsítás alatt (16^h–22^h)

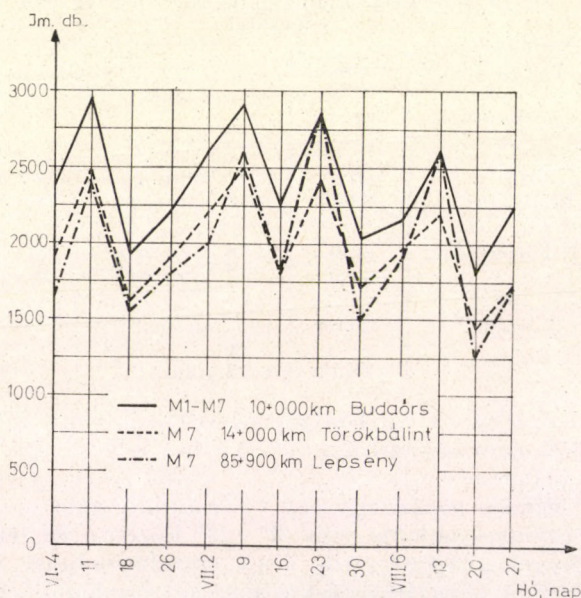
1. táblázat

Az 1973-ban és 1972-ben lefolylt legnagyobb forgalomnagyságok 16^h–22^h között

Forgalom- számláló állomás	Forgalom- nagyság jm/db	Időpont
M1—M7 Budaörs	12 935	1973. július 8.
	12 532	1972. június 23.
M7 Törökbálint	10 603	1973. július 8.
	9 950	1972. augusztus 13.
M7 Lepsény	11 207	1973. augusztus 20.
	11 168	1972. július 9.



6. ábra. A csúcsórák alakulása 1973-ban



7. ábra. A csúcsórák alakulása 1973-ban

3. A balesetek alakulása

Az egyirányúsítás időtartama alatt *halálos baleset nem történt*. A közlekedésrendészet és a Közúti Igazgatóság járőrszolgálatával észlelt baleseteket a 4. táblázat tartalmazza. Az anyagi káros balesetek felvétele nem teljeskörű, de így is magasabb az ilyen jellegű balesetek száma, mint a megelőző évben. Az anyagi káros balesetek általánosságban koccanásra vezethetők vissza, és az M1—M7 autópályán történtek. A balesetek következménye szerinti súlyozásának egyik módja a XI. *Útügyi Világkongresszus* súlyozási számával való képzés. 1973-ban súlyos és könnyű sérüléssel az egyirányúsítás időtartama alatt 14 esetben keletkezett, a *súlyozott balesetszám* alakulása így $14 \times 10 = 140$.

1973-ban a *menetteljesítmény* az egyirányúsított

3. táblázat
Az egyirányúsítás alatt lefolyt forgalom nagyság alakulása az egész napos forgalomhoz viszonyítva

Időpont	M1—M7 autópályája Budaörs bal pálya, %	M7 autópályája Törökbálint bal pálya, %	M7 autótút Lepsény mindkét irány, %	Átlag, %
1973. máj. 20.	64,7	70,2	48,5	61,1
1973. jún. 17.	66,6	70,5	51,9	62,6
1973. júl. 15.	64,5	71,2	46,6	60,7
1973. aug. 20.	61,8	64,6	49,2	58,5
1973. szept. 9.	63,8	66,1	52,1	60,7
Átlag	64,3	68,3	49,6	60,7

4. táblázat
Az 1973. évi egyirányúsítás alatt észlelt balesetek száma

Hónap	Halálos kimenetelű	Súlyos sérüléssel	Könnyű sérüléssel	Anyagi káros	
				koccanásos	összesen
Május	—	1	1	3	5
Június	—	—	3	6	6
Július	—	1	2	6	6
Augusztus	—	2	3	11	11
Szeptember	—	1	—	9	9
Összesen	—	5	9	35	37

5. táblázat
A személyi sérüléssel balesetek számának alakulása

Baleset kimenetele	1971.	1972.	1973.
Halálos	2	—	—
Súlyos sérüléssel	8	8	3
Könnyű sérüléssel	8	7	8
Összesen	18	15	11

6. táblázat

**A súlyozással összegezett balesetszám
(XI. Útügyi Világkongresszus)**

Baleset kimenetele	Szorzó tényező	1971.		1972.		1973.	
		baleset	felszorozott érték	baleset	felszorozott érték	baleset	felszorozott érték
Halálos	100	2	200	—	—	—	—
Súlyos s.	10	16	160	15	150	11	110
Könnyű s.							
Összesen			360		150		110

7. táblázat

A súlyozással összegezett balesetszám (Reinhold)

Baleset fajtája	Szorzó tényező	1971.		1972.		1973.	
		baleset	felszorozott érték	baleset	felszorozott érték	baleset	felszorozott érték
Halálos	130	2	260	—	—	—	—
Súlyos s.	70	8	560	8	560	3	210
Könnyű s.	5	8	40	7	35	8	40
Összesen			860		595		250

vasárnapokon Zamárdi csomóponttól Osztypenkó csomópontig 16^h—22^h között 17 501 · 10⁶ jkm volt. Ezen érték felhasználásával a képzett relatív baleseti mutató: 0,799 baleset/10⁶ jkm.

A megelőző évekkel történő összevetés esetén — az összehasonlíthatóság érdekében — azonos időintervallummal kell számolnunk. Ezt az időszakot az 1972. évi egyirányúsítás határozta meg, amely június, július és augusztus hónapok vasár- és ünnepnapjain volt. Ezen vizsgált idő alatt a személyi sérüléssel járó balesetek alakulását az 5. táblázat mutatja.

A forgalmi és a baleseti adatokból képzett relatív baleseti mutató a vizsgált időszakban az alábbi értéket mutatja:

1971-ben 1,89 baleset/10⁶ jkm
1972-ben 1,24 baleset/10⁶ jkm
1973-ban 0,98 baleset/10⁶ jkm

A fentiekből megfigyelhető a menetteljesítésre eső balesetszám évenkénti jelentős javulása. A lebonyolódni képes forgalom-nagyság növekedésén kívül a hozzá tartozó balesetszám is csökken; ezáltal a relatív baleseti mutató értékének csökkenése is alátámasztja az egyirányúsítás hatásosságát.

A súlyozással összegezett balesetszám alakulása a XI. Útügyi Világkongresszus szorzótényezői alapján érzékelteti a különböző évek azonos időszakában a balesetek és súlyosságuk csökkenését, amelyet a 6. táblázat tartalmaz.

A fenti értékekből képzett átlagos fajlagos súlyossági szám alakulása, mely egy-egy időszak baleseteinek átlagos kimenetelét mutatja, a következő:

1971-ben 360 : 18 = 20
1972-ben 150 : 15 = 10
1973-ban 110 : 11 = 10

1971-hez képest a relatív baleseti mutató javulásán kívül az átlagos fajlagos súlyossági szám is

csökkent. Ezt a nagymértékű javulást az autópálya szakasz hosszának növekedése és a halálos balesetek elmaradása eredményezte, melyhez az egyirányúsítás nagy mértékben hozzájárult.

1972 és 1973 között a javulást a relatív baleseti mutatónál figyelhetjük meg. Az átlagos fajlagos súlyossági szám javulását a XI. Útügyi Világkongresszus szorzótényezőinek felhasználásával képezve érzékelnem lehet, mert azonos súlyossági fokkal jellemzi a súlyos és a könnyű személyi sérüléssel járó baleseteket. Az ún. Reinhold-értékek viszont érzékenyen reagálnak a súlyos és a könnyű sérültek számában bekövetkezett arányeltolódásra, mely igen döntő az 1973. évi javulás érzékeltetésére az előző évekhez képest.

A Reinhold-számok felhasználásával képzett súlyozott balesetszámokat a 7. táblázat tartalmazza.

A Reinhold-módszerrel súlyozott balesetekből képzett átlagos fajlagos súlyossági szám javulási tendenciája a következő:

1971-ben 860 : 18 = 47,5
1972-ben 595 : 15 = 39,6
1973-ban 250 : 11 = 22,7

Megfigyelhető nemcsak a személyi sérüléssel járó balesetek számának, hanem azok átlagos kimenetelének is igen nagymértékű javulása.

Összefoglalás

Az egyirányúsítás alatt a forgalom növekedett, a személyi sérüléssel járó balesetek száma viszont csökkent az előző évekhez képest. Javulást mutat a relatív baleseti mutató, a súlyozással összegezett balesetszám és az átlagos fajlagos súlyossági szám alakulása. Az utazási idő csökkenésén és az utazás-kényelem javulásán túl így a forgalombiztonság növekedése is igazolja az egyirányúsítás hatékonyságát.

A vasúti szintbeni útátjárók kialakításának néhány fontos kérdése

CS. NAGY LAJOS — SZEIFNER FERENC

A vasúti szintbeni útátjárók jelentősége

A magyar vasúti és közúti hálózat vonalai sok ponton keresztezik egymást, s e keresztezési helyeken túlnyomó részben szintbeni vasúti útátjárókat létesítettek.

A MÁV szabványos nyomtávolságú vonalhálózatának minden vágánykilométerére 1,24 szintbeni útátjáró jut, ami azt jelenti, hogy átlagosan 800 méterenként keresztezi egy-egy útátjáró. Ez a vasúti vonalhosszhoz viszonyított arány érdekes módon világszerte közel azonos. A vasúti közlekedés és a gépjárműállomány rohamos fejlődése, s ennek következtében a nagyobb igénybevétel hatása, az útátjárók felépítményi és útburkolati hiányosságai egyre több zavart okoznak.

A szintbeni vasúti útátjárók felépítménye és útburkolata — építési és üzemi szempontból egyaránt — szervesen összetartoznak, s így ezeket együtt célszerű tárgyalni.

A szintbeni vasúti útátjáró mind a vasútvonal felépítményének, mind pedig a közút burkolatának, vonalvezetésének egységét megbontja, s így pályaeépítési, valamint fenntartási szempontból egyaránt nehézséget jelent, s különleges kiképzést kíván.

Több évtizeddel ezelőtt az útátjárók építésénél elsősorban a fogatolt és kismérvű forgalmat vették alapul; ezek az átjárók ma már a nagyforgalmú, nagysebességű, nagy tengelynyomású és egyre növekvő gépjárműforgalom támasztotta igényeket nem elégítik ki.

A korszerűtlen szintbeni útátjárók, az ahhoz csatlakozó közúti és vasúti szakaszok vízszintes és magassági értelmű elrendezésének felülvizsgálatát, valamint az igényeknek megfelelő átépítését — a balesetveszély kiküszöbölésén túlmenően — a korszerű hézagmentes vasúti pálya is indokolja.

Az útátjárókkal szemben támasztott igények

1. Az útátjáró felépítménye és útburkolata biztosítsa a hazai és nemzetközi vasúti szabványokban előírt nyomcsatorna, illetve úrszelvény méreteket. E méretek hosszabb idő után, a vonatok dinamikus igénybevételének hatására se változhatnak meg.

2. Sebességkorlátozás nélkül, zökkenőmentesen biztosítsa a vasúti járművek áthaladását, ne okozzon méretváltozást.

3. A pályakialakítás biztosítsa a folyópályára engedélyezett tengelynyomást.

4. A vasúti pályatestnek az áthaladó vonatterhelés hatására bekövetkező kisméretű vaksüppedései ne okozzanak a burkolatban káros repedéseket vagy töréseket.

5. Alépítményi szempontból az útátjáró burkolat biztosítsa a csapadékvizek elvezetését, ne gyűjtse össze azokat és ne okozzon káros süppedéseket vagy kavicszsák-(víz)sák-) képződést.

6. Felépítményi szempontból az útátjáró burkolat tegye lehetővé a sinleerősítő elemek könnyű hozzáférhetőségét, balesetek, sintörések alkalmával a felépítmény gyors cserélhetőségét.

7. Az útátjáró nyomcsatornájába véletlenül vagy szándékosan bekerült idegen anyagok (kövek stb.) vagy jegesedés hatására se következhetnek be kisiklások.

8. Az útátjáró felépítményi és burkolati megoldása olyan legyen, hogy az 60 cm aljtávolságnál az ágyazatra fektethető legyen. E szempont nem zárja ki az aljra fektethető elemek alkalmazásának a lehetőségét sem. Fenntartása egyszerű eszközökkel gyorsan és könnyen elvégezhető legyen.

9. A hézag nélküli pályába épített útátjáró felépítménye ne befolyásolja kedvezőtlenül a hézag nélküli vágány erőtérét és a sinek hőmérsékletváltozás okozta hosszirányú mozgásait.

10. Az útátjáró felépítménye és burkolata tegye lehetővé a korszerű automatikus vasúti biztosítóberendezések felszerelését és működését.

11. Az útátjáró burkolata a KRESZ 77. §-ban megengedett 3,62 Mp legnagyobb közúti keréknyomás felvételére alkalmas legyen. A legveszélyesebb közúti járműterhelés se okozzon sem az útburkolatban, sem pedig a vasúti felépítmény elemeiben káros repedéseket, töréseket vagy pályaszint mozgásokat.

12. Az útátjáró burkolata lehetőleg biztosítsa az út és vasúti pálya együttlétezését.

13. Az útátjáró burkolati kiképzése tegye lehetővé, hogy a közúti járművek a csatlakozó közút kiépítési sebességével azonos sebességgel haladhasanak át a vasúti pályatesten.

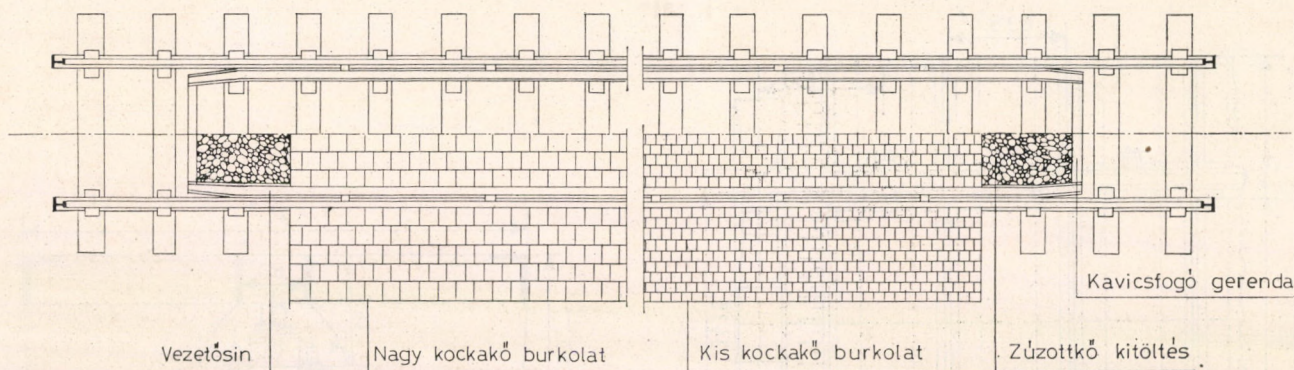
14. Biztosítani kell, hogy a vasúti felépítmény vagy az útburkolat javítása, cserélése stb. esetén is az útátjárókat a közúti járművel legalább fél-szélességben használhassák.

15. Ne akadályozza a pálya gépi fenntartását, illetve az akadályozó szerkezetek géppel rövid idő alatt eltávolíthatók és visszahelyezhetők legyenek.

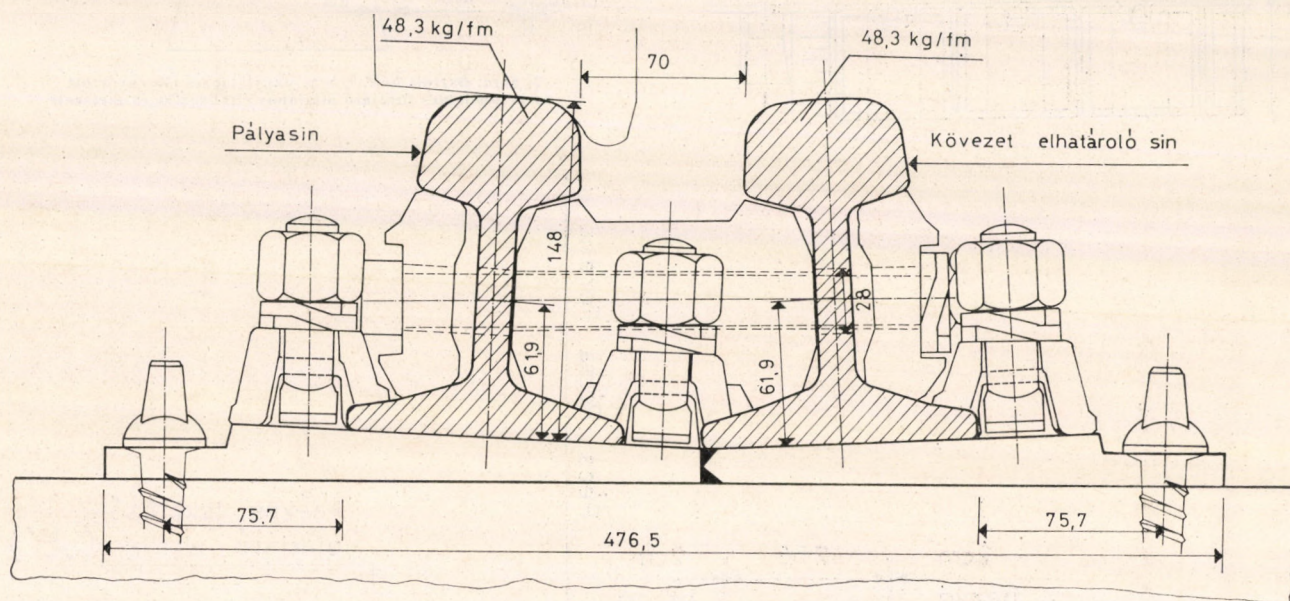
Ezeknek a szempontoknak a figyelembe vételével az alábbiakban foglalkozunk a hagyományos (vezetősínes) és az újszerű, vezetősín nélküli útátjáró típusokkal.

Hagyományos (vezetősínes) útátjárók

A hagyományos útátjárók kialakításánál figyelembe kell venni a különböző sínrendszereket, aljtípusokat, valamint a burkolat anyagát és méreteit.



1. ábra. Útátjáró általános elrendezése



2. ábra. Vezetősínes felépítmény Geo-rendszerű sínleerítésénél

A jelenleg használatos vezetősínes útátjárók helyszínrajzi és keresztmetszeti elrendezése, burkolati kiképzése az 1. és 2. ábrán látható.

A vezetősínes útátjáró kialakítás sem felépítményi, sem útburkolati szempontból nem elégíti ki a korszerű útátjárókkal szemben támasztott követelményeket. Ezek közül néhány hiányosságot az alábbiakban sorolunk fel:

— A vasbetonaljas vágányok folyamatosságát az útátjárókban meg kell szakítani, mert a kövezetelhatároló sín miatt faaljakat kell fektetni.

— A sín gerincébe az összekötő csavarok számára fűrt lyukak csökkentik a sín keresztmetszeti területét.

— Sínvándorlásos szakaszon a fellépő erők hatására nyomcsatorna szűkülések állhatnak elő.

— A burkolat-kialakítás szempontjából — az elégtelen szerkezeti vastagságból adódóan — az egyre növekvő keréknyomás felvételére nem felelnek meg.

Ezekből következett, hogy az útátjárók újszerű kialakítása egyre égetőbb problémává vált. Az újszerű megoldásnál szempontként vetődött fel,

hogy a burkoló elemek a lehetőség szerinti legnagyobb méretűek legyenek és ezáltal a kövezetelhatároló sínek is kiküszöbölődjenek.

Újszerű, vezetősín nélküli útátjárók

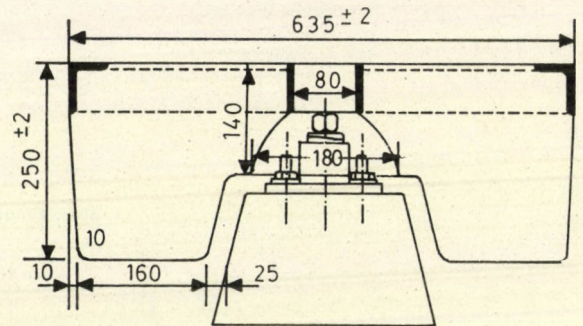
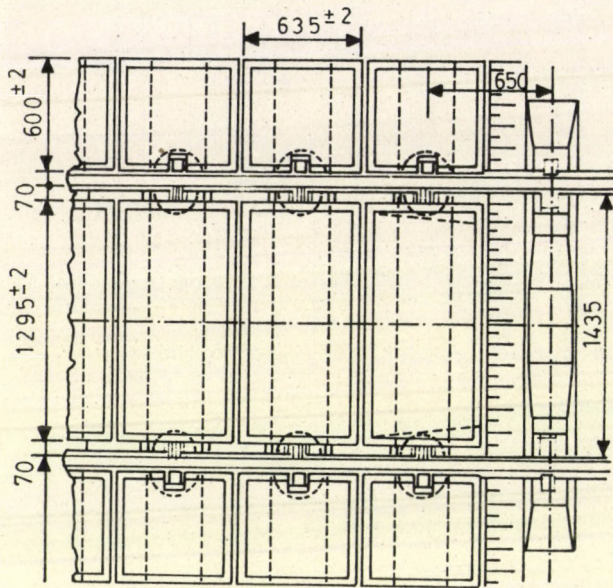
A kövezetelhatároló sín nélküli útátjárókat a MÁV kísérleti jelleggel az 1967. évben valósította meg. A kísérleti megoldásokat az alábbiakban ismertetjük.

A nagyméretű útátjáró betonelemek változatai:

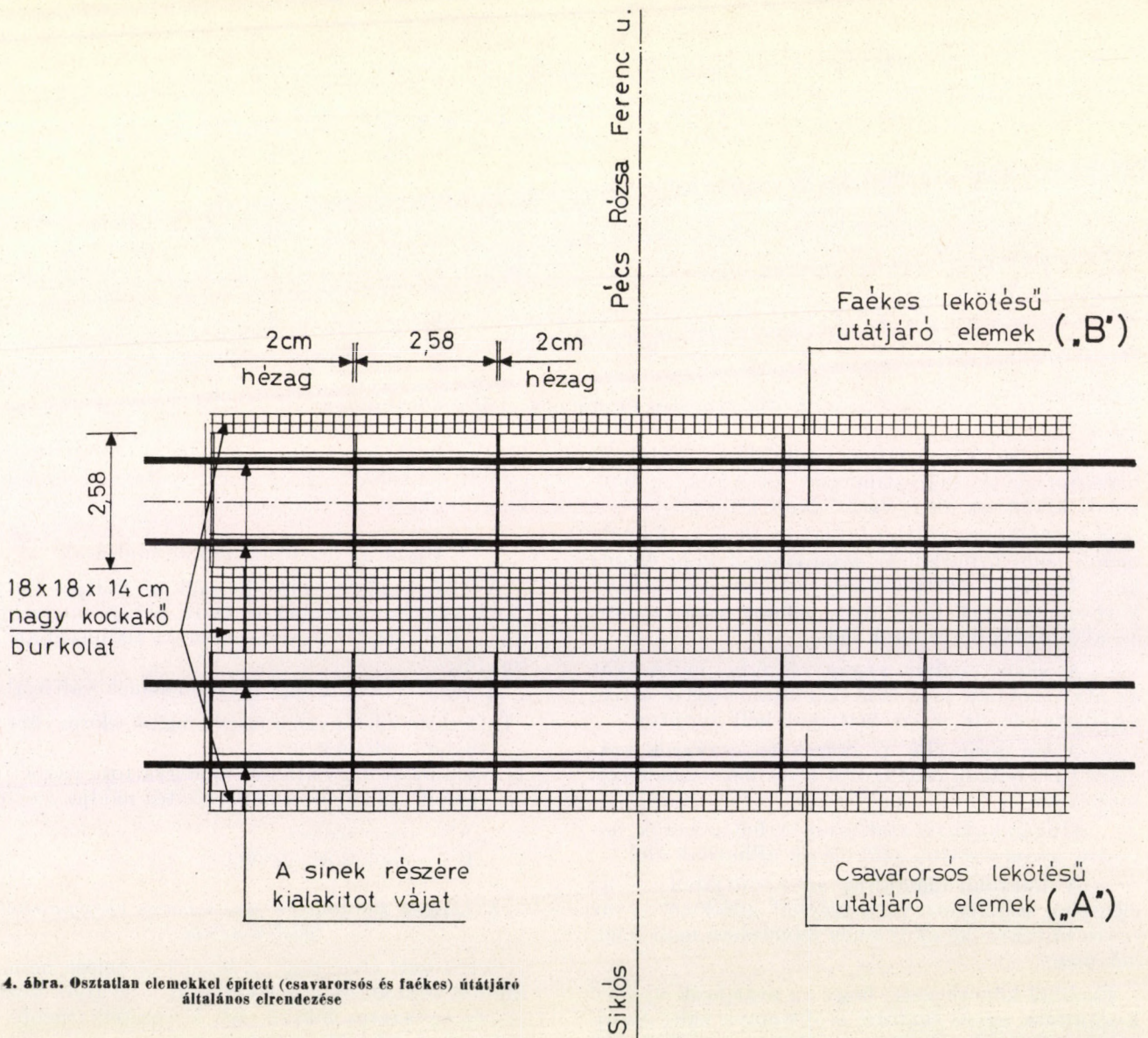
- I. Osztott kéttámaszú nagylemezes, előregyártott vasbetonelemek
- II. Osztatlan nagylemezes előregyártott vasbetonelemek, amelyek a sínleerítés módja szerint:
 - „A” — csavarorsós
 - „B” — faékes lekötésűek.

I. Osztott kéttámaszú nagylemezes előregyártott vasbetonelem

Szerkezeti elve, hogy a közúti terhelést nem az aljakra adja át, ezért közvetlenül — az aljak között — az ágyazatra fekszik fel, kövezetelhatároló sínekre (vezetősínre) szükség nincs.



3. ábra. Ösztött kéttámaszú nagylemez előregyártott vasbetonelemes úttájró általános elrendezése és metszete



4. ábra. Ösztatlan elemekkel épített (csavarorsós és faékes) utátjáró általános elrendezése

Az elemek egyformán használhatók fa- és vasbetonaljakra fektetett vasúti pályák esetében, továbbá ívben és bármely szög alatt kialakított útátjárók burkolására.

Az útátjáró burkoló felületét egy keresztmetszetben három elemből álló elemsor alkotja. A szélső elemeket megfelelően, idomkövekkel kell csatlakoztatni az útpálya burkolatához. A középső elemek pontos, részarányos elhelyezését a szélső elemekhez csatlakozó távolságtartó idomok biztosítják.

A burkolat elrendezése a 3. ábrán látható.

A középső elem súlya 400 kg, amelyet géppel fektetnek. Az elem keresztmetszetileg „U” szelvényhez hasonlít, amelyet szárával lefelé fordítva helyeznek az ágyazatra. Ez a keresztmetszeti kialakítás teszi lehetővé, hogy a két sínszálon belül minden egyes alj fölé — az aljak megterhelése nélkül — egy-egy elem elhelyezhető. A közúti terhelésnél igénybevett felső lap széleit a vasabroncos járművek kerekeinek csorbító hatása ellen $60 \times 40 \times 6$ -os „L” acéllal védik.

A két szélső elemet kétoldalt a sínszalakon kívül helyezik el, súlya 100 kg, tehát emberi erővel szerelhető. Keresztmetszeti kialakítása a középső elemével azonos.

II. Osztatlan nagylemezes előregyártott vasbeton útátjáró elem „A” — csavarorsós lekötés

A szerkezet elve, hogy a vezetősínen kívül a keresztaljakat is kiküszöböli. Az osztatlan nagylemezes elemeket az ágyazatra fektetik, a síneket közvetlenül az elemekre erősítik. Az elemek egy-



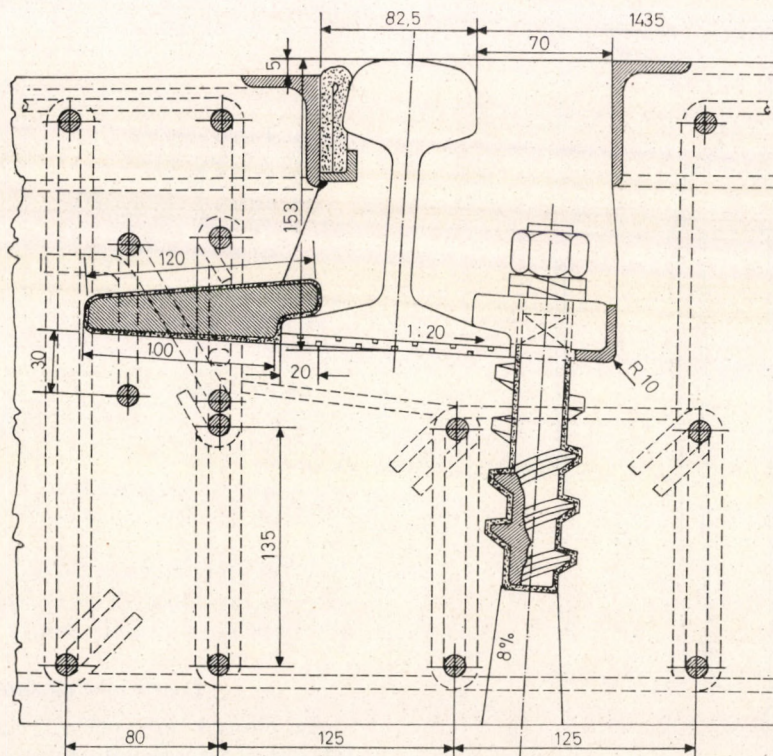
5. ábra. Osztatlan nagylemezes elem gépi elhelyezése

formán felhasználhatók illesztéses és hézagnélküli pályák útátjáróinak kialakítására. Illesztéses pályák útátjáróiban azonban sínillesztések — a szélső elemek stabilitása és állékonytsága érdekében — nem lehetnek.

Az elemek — méreteikből adódóan — kizárólag egyenes vasúti pályaszakaszban fekvő, de bármely szög alatt hajló szintbeli útátjárók kialakítására alkalmasak.

Az elemekkel kialakított útátjárót a 4. ábrán láthatjuk.

Az elem felső lapján a sínszalak részére két 152,5 mm széles és 152,5 mm mély vályú van,



6. ábra. Csavarorsós lekötés szerkezeti elrendezése

amely az előírt 70 mm-es nyomcsatornát is biztosítja.

Az elem fő méretei:

hossza	2580 mm
szélessége	2500 mm
vastagsága	350 mm
súlya	5000 kp

A méretekből látható, hogy az építése géppel végezhető. Az elem elhelyezését az 5. ábrán, a sín leerősítését a 6. ábrán láthatjuk.

A lekötési mód szigetelt és kettősen rugalmas.

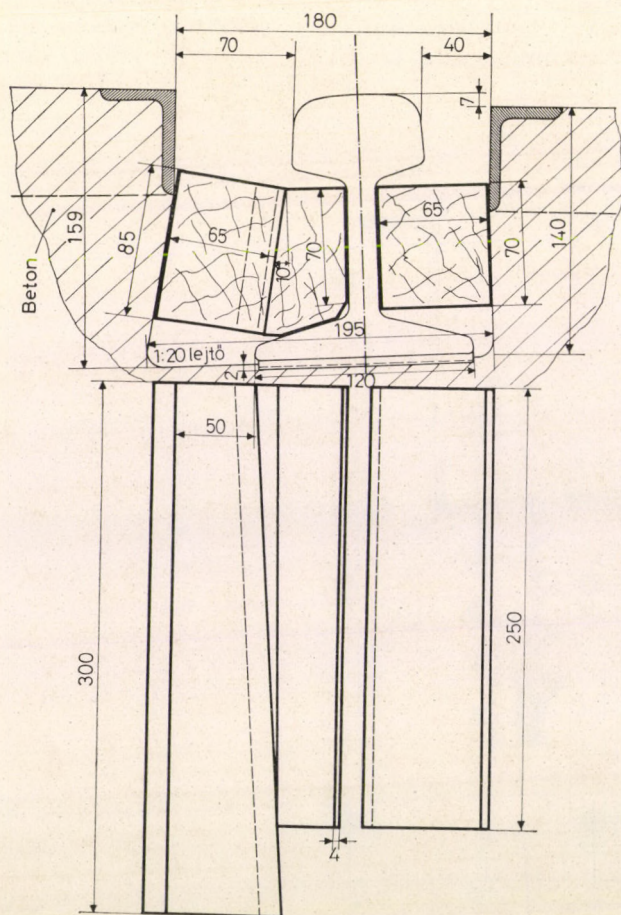
Az elem felső lapjának éleit a vasabroncsos járművek kerekeinek csorbító hatása ellen 60 × 40 × 6-os „L” acéllal védik.

„B” — faékes lekötés

A faékes lekötésű szerkezet a csavarorsós szerkezettől az alábbiakban különbözik.

Az elem felső lapján a sínszalak részére 2 db 180 mm széles és 159 mm mély vályú van, amely az előírt 70 mm-es nyomcsatornát is biztosítja.

A nyomtávot a sántalp külső oldalán 65 cm-enként elhelyezett ún. külső hasáb biztosítja, amely a kitémasztásokon kívül a sín talpát is leszorítja. A sín belső oldalán, a külső hasábokkal szemben, ékes hasábok szembahajtásával a sín talpát leszo-



7. ábra. Faékes lekötés szerkezeti elrendezése

rítják és ezzel, az ékek szorításával vagy lazításával lehet a nyomtávot beállítani.

Az elem leszorítási helyein a szigetelés és rugalmasság érdekében a sínek alá az e célra készített fészkekbe gumi vagy polietilén alátétlemezt helyeznek.

A sínek leerősítése és a fa elemek a 7. ábrán láthatók.

Összehasonlító gazdasági értékelés

A gazdasági összehasonlító vizsgálatot a hagyományos (vezetősínes), az osztott nagylemezes előregyártott vasbetonelemes és az osztatlan nagylemezes „A” és „B” jelű útátjárókra végeztük el. A számításnál az aléptményt (tükörképzést), a tükör víztelenítését és a zúzottkő ágyazat alsó rétegének kiképzését nem vettük figyelembe, minthogy az mindegyik útátjáró típusnál szükséges és kialakításuk azonos.

A vizsgálatot az 1969. évi árszinten készítettük, azonban a százalékos eltérések ma is érvényesek.

Az útátjáró típusok gazdasági számítását az alábbi fő szempontok figyelembe vételével végeztük:

- I. Útátjáró építési költsége (nagyelemek anyagköltsége nélkül)
- II. Az elemek és sablonok gyártási költsége
- III. A 30 éves időtartam figyelembe vételével becsült várható fenntartási költségek (a hagyományosnál 15 év után a faaljak cseréjével).

Az eredmény az 1. táblázatban látható.

Munkarészek	Vezetősínes	Osztott	Osztatlan	
			csavarorsós	faékes
vágányfolyóméter/Ft				
I. 1. Felső ágyazat	156	156	—	—
2. Vágányépítés	2745	1601	1008	933
3. Útburkolás	1042	235	235	235
4. Elemek elhelyezése	—	387	513	513
II. 1. Elemek és sablonok gyártási költsége . .	—	2122	2127	2127
Építési költség összesen . . .	3943	2501	3883	3808
%-os arány a vezetősínhez képest	100	114	99	97
III. 30 éves időtartam várható fenntartási költsége	3083	2704	1000	900
Összesen	7024	7205	4883	3708
%-s arány a vezetősínhez képest	100	103	70	67

A kísérleti időszak alatt végzett ellenőrzés, megfigyelés eredményét és a végkövetkeztetéseket az alábbiakban foglaljuk össze:

I. jelű osztott útátjáró típus

Az elemek közvetlenül az ágyazatra fekszenek fel, ebből következik, hogy itt elsősorban az ágyazat teherbírása a mértékadó. Az elemek ágyazaton

fekvő felülete 14 cm, amely az elem teljes hosszában egységes. Az útátjárón ágyazattörés nélkül ilyen elrendezés mellett 2,5 Mp közúti kerékterhelés engedhető meg, amely az újabb igényeket már nem elégíti ki.

A 70 mm-es nyomcsatorna távolságtartásának megoldása sem bizonyult megnyugtatónak.

Az elemek gyártástechnológiája nem jó, mert az élvédő „L” acélok elmozognak a rázóasztalon és ez nem látható (alul van) a gyártás során.

Az ágyazat nagyon gondos kialakítást igényel.

II. „A” jelű, osztatlan útátjáró

Az elemek súlya igen nagy, így az építés igen gondos munkát igényel. Egy közepes útátjáró építése kétszer 6 órát igényel, amely idő alatt teljes közúti és vasúti vágányzárát kell bevezetni. A közút szempontjából ez nem oldható meg és az erre az időre létesítendő ideiglenes útjáró vagy kerülő útirány kijelölése 200—300 ezer forint többletköltséget jelent.

Gyártási probléma itt is jelentkezik. Az elemekbe helyezendő és a síneket leerősítő szerkezeteket szigetelő réteggel (poliamiddal) vonják be. Ezen szerkezeti elemek mérettűréseiből adódóan az esetek többségében a megengedhetőnél nagyobb mérvű nyomtáveltérés (nyombővülés) következett be.

E típus a gépesített fenntartást nem teszi lehetővé. A vasúti pályának szilárd (nem rugalmas) alátámasztást ad, éppen ezért a csatlakozó részen néhány keresztalj a leggondosabb fenntartás mellett is igen gyakran laza, s itt a pálya irány- és fekszinhibás. A szilárd és rugalmas pályarészek közötti megbízható átmenetek (hídfőknél is ez a jelenség áll fenn) nincsenek megoldva.

II. „B” jelű osztatlan útátjáró

Ennél az elemtípusnál a sínleerősítő szerkezet kivételével a felsorolt hiányosságok megtalálhatók. E megoldásnál a sínek leerősítését szolgáló telített tölgyfaekék fokozottan gondos ellenőrzést és fenntartást igényelnek, mert ha a vasúti vagy közúti forgalom hatására szétrázódnak, igen könnyen sínkivetődés következhet be.

Fentiek alapján megállapítható, hogy az utóbbi két megoldás műszaki és forgalombiztonsági szempontból az igényeket maradéktalanul nem elégíti ki.

Az I. jelű osztott megoldás viszont — a felsorolt hibák kiküszöbölésével — alkalmasnak bizonyult és ennek vizsgálatát, illetve megfelelő átalakítását a MÁV folyamatba tette.

Megállapítható, hogy a lefolytatott néhány éves kísérletre szükség volt, az hasznosnak bizonyult. Ez idő alatt ugyanis a közúti és vasúti igénybevételek, a tervezési irányelvek és a fenntartási gépesítés szempontjából is kialakultak mindazok a paraméterek, amelyek az egységes útátjáró elemek végleges méretezésénél és kialakításánál figyelembe vehetők lesznek.



Az ursacord-menetíró készüléket a gyakorlat igazolta

Az országutak kapitányai ismerik a forgalom buktatóit.

Számukra az ursacord-menetíró nagyobb biztonságot és több előnyt nyújt.

Megérett az idő arra, hogy az ursacord-menetíró az áru- vagy személyszállító gépjárműforgalomban magától értetődően minden gépjármű felszereléséhez hozzátartozzék.

Az utakon nagyobb biztonságra van szükség, ezért kell nagyobb számban alkalmazni az ursacord-menetírókat.

Az ursacord-menetírók lehetőséget nyújtanak az üzemanyag- és olajfogyasztás, abroncskopás csökkentésére és a javítások kedvezőbb alakulására.

Az ursacord-menetírók mutatják a veszteségi időket és ez alapot nyújt az egész gépkocsikhasználat ésszerűbb megszervezéséhez.

Az ursacord-menetíróval... a jó gépkocsivezetők jobban vezetnek.

DDR-AUTOMATISIERUNGSGERÄTE



INFORMÁCIÓT NYÚJT
AZ NDK MAGYARORSZÁGI
NAGYKÖVETSEGE
27. KERESKEDELEMPOLITIKAI
OSZTÁLY
1143 BUDAPEST, XIV.,
NÉPSTADION ÚT 101/103

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER
DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

Vasúti menetdinamikai számítások megoldása digitális számítógéppel

Dr. VAJDA JÓZSEF — GYŐRIK ALBERT

1. A menetdinamikai számítások matematikai modellje

A vonatmozgás a sebesség tekintetében két csoportra bontható:

a) *Egyenletes sebességű üzem* esetén a v sebesség állandó, az a gyorsulás zérus.

A vasúti járművet tömegpontnak tekintve a newtoni mozgás-törvény szerint a ráható pályairányú erők egyensúlyban vannak, azaz a hajtóerő vagy vonóerő egyensúlyban van a jármű pályairányú ellenállásaival.

Ezen erők:

- Z_k [kp] vonóerő, melyet a vontató jármű erőgépe a kerék kerületén kifejteni képes,
- W [kp] vonatellenállás, amely az egyenletes sebességgel haladó vonat teljes ellenállása,
- F [kp] fékezőerő, mely egyenletes sebességű üzemből mint sebességtartó fékezés értelmezhető.

Az erők egyensúlyi egyenlete általában:

$$Z_k - W - F = 0$$

b) *Változó sebességű üzem* esetén a sebesség pályairányú összetevője az időben változik, a gyorsulás értéke nem zérus.

Ha $a > 0$, a vonat gyorsul, ha $a < 0$, a vonat lassul.

Az erők egyensúlyi egyenletében Newton II. törvénye értelmében új erő, a tömegerő is jelentkezik. Az egyensúlyi egyenlet általános alakja:

$$Z_k - W - F - m \cdot \frac{dv}{dt} = 0$$

Az egyensúlyi egyenletet, valamint a vonatmozgás energiaegyenletét a *Közlekedéstudományi Szemle* 1974. évi 4. számában megjelent cikkünkben részletesebben elemeztük.

A következőkben a vonatmozgást leíró ezen egyenletek megoldását végezzük el digitális számítógéppel, ALGOL-60 programnyelven.

E számítási móddal — a vonat és a pálya műszaki jellemzőinek felhasználásával — helyes menetrendi és energetikai adatok nyerhetők.

2. A feladat megoldása digitális számítógéppel

2.1 A mozgásegyenlet megoldására használatos gépi módszerek

A vonatmozgást leíró — az 1. pontban ismertetett — differenciálegyenlet matematikai felépítését tekintve az

$$y'' = f(y, y') \quad (1)$$

alakú, közönséges, másodrendű, nemlineáris differenciálegyenletek körébe sorolható. A korábban megadott jelölések felhasználásával a vonatmozgásegyenlet (1)-el azonos alakja a következő:

$$\ddot{s} = f(s, \dot{s}) \quad (2)$$

Felhasználva az ismert

$$v = \dot{s} = \frac{ds}{dt} \quad (3)$$

összefüggést, a (2) egyenlet elsőrendűvé tehető:

$$\dot{v} = \frac{dv}{dt} = f(v, s) \quad (4)$$

Ilyen formán a (2) alakú másodrendű egyenlet helyett két elsőrendű differenciálegyenletet (3)-at és (4)-et kell megoldanunk.

Attól függően, hogy a v , s és t változók közül melyiket tekintjük független változónak, 3-féle számítási eljárás lehetséges: a sebesség-, az út- és az időlépcsős eljárás.

Ezek mindegyikén belül még szóba jöhet az egzakt megoldás és több numerikus, gépi módszer.

Egy olyan pályaszakaszon, ahol w_p pályaellenállás — amely egyébként az s út diszkrét szakaszokból álló függvénye — állandó, előállíthatjuk a mozgásegyenlet egzakt megoldását. A megoldásfüggvény alakja attól függ, hogy milyen a v sebességtől függő mozgástényezők: a $Z(v)$ vonóerő, a $W_0(v)$ alapellenállás és az $F(v)$ fékezőerő jelleggörbéjének analitikus megadási módja. A gépi számítás során ezeket a görbéket célszerű lineáris interpolációval vagy regressziós polinommal közelíteni. Azonban még ilyen esetben is az egzakt megoldás meglehetősen munkaigényes, összetett formulákból adódik, amelyek még számítógép alkalmazása esetén is — más módszerekkel összehasonlítva — jelentős időtöbbletet eredményeznek. Ezért a továbbiakban az egzakt megoldás lehetőségeit figyelmen kívül hagyva, olyan hatékony gépi módszerekkel foglalkoztunk, amelyek mind a gyorsaság, mind a pontosság követelményének a legjobban megfelelnek.

A numerikus analízisben több módszer ismeretes a (4)-gyel azonos felépítésű, $y' = f(x, y)$ alakú differenciálegyenletek megoldására. Ezeknek a módszereknek két alapvetően fontos típusát különönböztetjük meg:

- a Runge—Kutta típusú módszerek;
- az interpolációs módszerek.

Egy adott differenciálegyenlet megoldási módszerének kiválasztásánál a következő szempontokat kell figyelembe venni:

a) Mekkora képlethiba (a módszer szisztematikus hibája) és kerekítési hiba keletkezik a számítás egyes lépéseiben.

b) Az egyes lépésekben keletkezett hiba hogyan hat ki a következő lépések számítási pontosságára. Ezt a jelenséget, amely tehát a hibák továbbterjedésével kapcsolatos, a módszer stabilitásának szokás nevezni. Stabilisnak nevezzük azokat a módszereket, amelyeknél az egy-egy lépés során elkövetett hiba nem hajlamos a további lépések hibájának jelentős növelésére.

c) A hibákkal és terjedésükkel kapcsolatos fontos szempont az is, hogy az elkövetett hiba a számítás minden szakaszában becsülhető legyen.

d) Azt is meg kell vizsgálni, hogy a számítást hogyan lehet elkezdeni. (Az interpolációs típusú módszereknél ez gyakran problémát jelenthet.)

e) A számítógép gazdaságos kihasználását célzó fontos szempont a módszer gyorsasága. Az egyes módszerekkel kapcsolatban ezt az alapján tudjuk megítélni, hogy egy számítási lépés során hányszor kell az $y' = f(x, y)$ helyettesítést elvégezni.

A következőkben, a fenti szempontok alapján, megvizsgálunk egy-egy módszert az említett típusok köréből.

2.11. A Runge—Kutta típusú módszerek

Először azt vizsgáljuk meg, hogyan lehet meghatározni az

$$y' = f(x, y) \quad (5)$$

differenciálegyenlet

$$y(x_0) = y_0 \quad (6)$$

kezdeti feltételt kielégítő megoldását.

A megoldás értéke valamely x_1 pontban közelíthető az $y(x)$ függvény x_0 hely körüli, n -ed fokú Taylor-polinomájával, vagyis az

$$y(x) = yx_0 + \sum_{k=1}^n \frac{y^{(k)}(x_0)}{k!} (x - x_0)^k$$

kifejezés értékét kell venni az $x = x_1$ helyen. Ezután az x_1 körüli, n -ed fokú Taylor-polinommal közelíthető a megoldás értéke egy $x = x_2$ helyen és így tovább.

E megoldásmód feltételezi, hogy léteznek és folytonosak $f(x, y)$ összes, legfeljebb $(n-1)$ -ed rendű parciális deriváltjai és így $y^{(k)}$ is meghatározható.

Hátrányt jelent azonban az a tény, hogy nemcsak az $f(x, y)$ függvény értékeit, hanem a parciális deriváltak értékét is ki kell számítani az egyes pontokban.

Ennek elkerülése érdekében Runge azt javasolta, hogy $y(x_1)$ közelítő értékét

$$y_i = y_0 + \sum_{k=1}^r c_k k_i \quad (7)$$

alakú összefüggésből számítsuk, ahol

$$k_i = hf \left[(x_0) + a_i h, y_0 + \sum_{j=1}^{i-1} b_{ij} k_j \right], \quad (8)$$

$$2 \leq i \leq r$$

és

$$k_1 = hf(x_0, y_0), \\ h = (x_1 - x_0)$$

Az a_i , b_{ij} és c_i együtthatókat úgy határozzuk meg, hogy $y(x_1)$ értéke és h szerinti első r deriváltja megegyezzen, ha $h=0$. Ekkor ugyanis az elkövetett hiba kisebb, mint h^{r+1} , tehát a formula h^r értékre nézve pontos. Az „ r ” számot a módszer pontossági rendjének nevezzük. A gyakor-

lati esetek nagy többségében az $r=4$ esetre levezethető negyedrendű formulák pontossága megfelelő. A részletes levezetést mellőzve, annyit jegyzünk meg, hogy a (8) és (7) összefüggéseket $r=4$ esetre felírva összesen 11 egyenletet kapunk 13 ismeretlen együtthatóra. Ilyenformán végtelen sok negyedrendű képletcsoportot lehet levezetni.

Ezek közül leginkább használatos a Kutta-féle módszer:

$$\left. \begin{aligned} k_1 &= hf(x_0, y_0) \\ k_2 &= hf\left(x_0 + \frac{h}{2}, y_0 + \frac{k_1}{2}\right) \\ k_3 &= hf\left(x_0 + \frac{h}{2}, y_0 + \frac{k_2}{2}\right) \\ k_4 &= hf(x_0 + h, y_0 + k_3) \\ y_1 &= y_0 + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

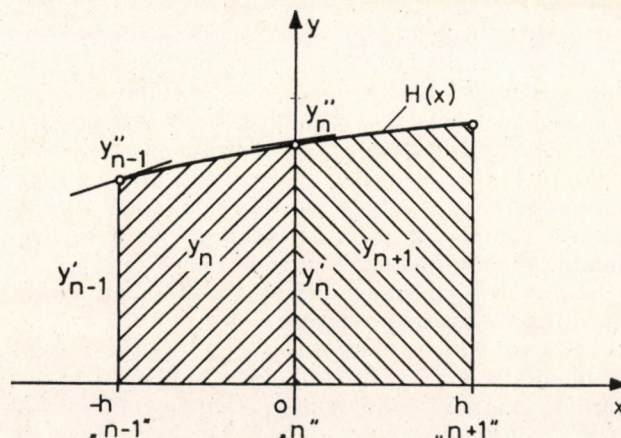
amely egy számítási lépésben négyszer igényli $f(x, y)$ kiszámítását.

2.12. Az interpolációs módszerek

E pont keretén belül az interpolációs módszerek legfontosabb csoportjával, a gépi számításokban igen előnyös ún. prediktor-korrektor módszerrel foglalkozunk.

A prediktor-korrektor módszer alapelve az, hogy az [5] egyenlet [6]-ot kielégítő megoldását valamely „ $n+1$ ”-edik pontban, egy explicit típusú prediktor (jósoló) formulával közelíti, amely a meglévő „ n ” darab pontból bizonyos számúra támaszkodik. Az y_{n+1} -re így kapott közelítést egy implicit típusú korrektor (javító) formulával addig iterálja, amíg a két utolsó iterált különbsége nem kisebb egy előre megadott hibahatárnál. Az így kapott értéket elfogadjuk, mint y_{n+1} pontos értékét. Korrektornak azért választunk implicit típusú formulát — a használatával járó kényelmetlenségek ellenére — mert lényegesen pontosabb az explicit típusúnál.

A következőkben egy olyan negyedrendű prediktor-korrektor módszert fogunk megvizsgálni, amelynek prediktora egy, két pontra támaszkodó Hermite-féle interpolációs polinom.



1. ábra

Az „ $n-1$ ”-edik és az „ n ”-edik pontban ismerve y'_{n-1} , y''_{n-1} , y'_n , y''_n értékeket, egy 3-ad fokú $H(x)$ Hermite-polinomot írunk fel, majd ezzel az „ $n+1$ ” indexű pontra extrapolálva és integrálva megkapjuk $y_{n+1}^{(0)}$ értékét (1. ábra). (A felső index nem deriváltra, hanem a közelítés sorszámára utal.)

A hosszadalmas levezetéseket mellőzve, a teljes prediktor-korrektor módszer képletei:

Prediktor:

$$y_{n+1}^{(0)} = y_n + \frac{h}{2}(-y'_n + 3y'_{n-1}) + \frac{h^2}{12}(17y''_n + 7y''_{n-1})$$

Módosító:

$$\bar{y}_{n+1}^{(0)} = y_{n+1}^{(0)} + \frac{31}{30}[y_n - y_{n+1}^{(0)}] \quad (10)$$

$$[\bar{y}_{n+1}^{(0)}]' = f[x_{n+1}, \bar{y}_{n+1}^{(0)}]$$

Korrektor:

$$y_{n+1}^{(j+1)} = y_n + \frac{h}{2}\{[y_{n+1}^{(j)}]' + y'_n\} + \frac{h^2}{12}\{[-y_{n+1}^{(j)}]'' + y''_n\}$$

A prediktorból kapott közelítést célszerű a képlethiba összefüggése alapján módosítani és az így kapott $y_{n+1}^{(0)}$ értéket — amely képlethibától csaknem mentes — a korrektorba helyettesíteni, ezáltal fokozni az előrejelzés pontosságát.

2.13. A két alapvető módszer összehasonlítása

A Runge—Kutta és a prediktor-korrektor módszereket a már említett szempontok alapján összehasonlítva, a következőket mondhatjuk:

a) a képlethiba a prediktor-korrektor módszerknél meghatározható, a Runge—Kutta módszerknél nehezen becsülhető;

b) pontosság szempontjából a két módszer egyenértékű, néha a Runge—Kutta módszer pontosabb is. A lépésenként bevitt hiba becsülésének nehézségei miatt a „ h ” lépésközt a Runge—Kutta módszerknél — óvatossági szempontból — általában kisebbre kell választani, mint amennyi a kívánt pontosság eléréséhez szükséges lenne. Ez a számítást lassítja;

c) a számítás egyes lépéseiben elkövetett hiba a már említett okok miatt csak a prediktor-korrektor módszereknél becsülhető megfelelő mértékben;

d) a Runge—Kutta módszerek önállóan elindíthatók, a „ h ” lépésköz tetszőlegesen változtatható akár lépésről-lépésre is, programozástechnikai szempontból egyszerűen megvalósíthatók. A prediktor-korrektor módszerek elindításához általában segédmódszerekre van szükség, bár a menetdinamikai számításoknál ez nem jelent problémát. A prediktor-korrektor módszerek esetében a lépésköz változtatása nem célszerű;

e) a gyorsaság szempontjából a prediktor-korrektor módszerek feltétlenül előnyösebbek. Ugyanis amíg a negyedrendű Runge—Kutta módszernél a nagyon időigényes $f(x, y)$ helyettesítést négyszer kell végrehajtani, addig a prediktor-korrektor mód-

szernél a lépésközt megfelelően megválasztva csak kétszer. Ezért az mondhatjuk, hogy a prediktor-korrektor módszerek közel kétszer olyan gyorsak, mint az azonos rendű Runge—Kutta módszerek.

A fenti előnyök és hátrányok mérlegelése alapján a — mozgásegyenlet megoldására — az ismert negyedrendű prediktor-korrektor módszert választottuk.

2.2. A mozgásegyenlet megoldására alkalmazott prediktor-korrektor ciklus

Az ismertettet

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = Z_k(v) - W_o(v) - W_p(s)$$

alakú mozgásegyenlet megoldására időlépcsős formában alkalmazzuk a leírt prediktor-korrektor módszert (azaz „ h ”-nak „ Δt ” felel meg.) Lehetőség lenne még „ Δv ” és „ Δs ” lépcsős módszerek kialakítására is. Az egyes változatoknak számos előnye és hátránya van. Választásunk azért esett a „ Δt ” lépcsős módszerre, mert ez a számítás során végig pontos és konvergens.

A „ Δt ” időlépcső célszerű értékét az adott vonattól, a pálya sebességi viszonyaitól függően tudjuk minden esetben meghatározni.

Ezek után nem kell mást tennünk, mint a (10) képlet-csoportot a vonatmozgásegyenlet megoldására felírni.

Ez a gépi program jelöléseit megtartva:

Prediktor:

$$VJ := VM + DT1 \times (-AJ + 3 \times AE) + DT2 \times (17 \times BJ + 7 \times BE)$$

$$\text{Módosító: } V := VJ + 31/30 \times (VM - VMO)$$

Korrektor:

$$VK := VM + DT1 \times (AJ + AM) + DT2 \times (BM - BJ)$$

A jelölések:

VJ: az „ $n+1$ ”-edik pontban a sebesség első közelítése („jósolt” értéke)

VM: az „ n ”-edik pontban a sebesség pontos értéke

VK: az „ $n+1$ ”-edik pontban a VJ sebesség korrektorral javított értéke

V: az „ $n+1$ ”-edik pontban a sebesség pontosnak tekintett értéke

VMO: az „ $n-1$ ”-edik pontban a sebesség „jósolt” értéke

AE: a gyorsulás pontos értéke az „ $n-1$ ”-edik pontban

AM: a gyorsulás értéke az „ n ”-edik pontban

AJ: a gyorsulás „jósolt” értéke az „ $n+1$ ”-edik pontban

BE: a ruck pontos értéke az „ $n-1$ ”-edik pontban

BM: a ruck pontos értéke az „ n ”-edik pontban

BJ: a ruck „jósolt” értéke az „ $n+1$ ”-edik pontban

$$DT1 = \frac{DT}{2}; \quad DT2 = \frac{DT^2}{12}; \quad DT: \text{ a lépésköz}$$

Az AJ és BJ számítása a következő módon történik:

$$AJ := (Z - W_O - W_P)/TOM$$

$$BJ := (DZ - DWO) \times AJ/TOM$$

ahol:

$$\text{TOM} = \frac{1000(1 + \text{GAMT})(\text{GM} + \text{GK})}{9,81} :$$

a vonat tömege.

GM, GK: a vontatójármű, illetve a kocsisor súlya
GAMT: a forgó tömegek tehetetlenségi tényezője.

A korrektorból kapott sebesség értékét addig iteráljuk, amíg a két utolsó sebességérték közötti relatív hiba kisebb vagy egyenlő, mint 10^{-3} .

A korrektorból kapott sebességérték alapján számításra került a DT időközhoz tartozó DS útnövekmény, valamint az EZ vonóerőmunka.

A „DS” értékét úgy számítjuk, hogy a sebességre felírunk az „n” és n+1”-edik pontokra egy harmadfokú Hermite-féle interpolációs polinomot és ennek integrálját vesszük a két pont között (2. ábra).

$$H_s(t) = A_s + B_s t + C_s t^2 + D_s t^3$$

Feltételek:

$$H_s(0) = \text{VM}; \quad H_s(\text{DT}) = \text{VK};$$

$$H'_s(0) = \text{AM}; \quad H'_s(\text{DT}) = \text{AK}.$$

Az A_s , B_s , C_s , D_s együtthatókat a feltételek alapján meghatározva és a

$$\int_0^{\text{DT}} (A_s + B_s t + C_s t^2 + D_s t^3) dt$$

integrálást elvégezve az adódik, hogy

$$\text{DS} = \frac{\text{DT}}{2} (\text{VM} + \text{VK}) + \frac{\text{DT}^2}{12} (\text{AM} - \text{AK})$$

vagy a fentebb említett időjelölésekkel

$$\text{DS} = \text{DT} \times (\text{VM} + \text{VE}) + \text{DT}^2 \times (\text{AM} - \text{AK})$$

A vonóerőmunka az alábbi módon számolható:

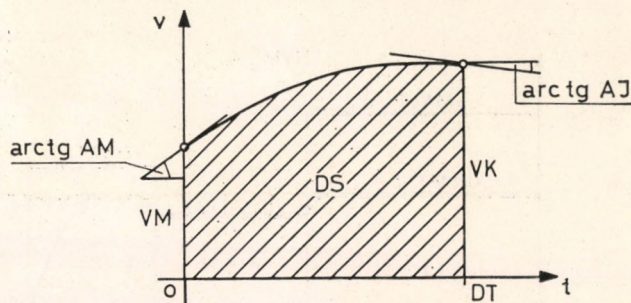
$$\text{EZ} = \text{EZ} + \frac{Z(\text{VM}) + Z(\text{VK})}{2} \cdot \frac{\text{VM} + \text{VK}}{2} \cdot \text{DT}$$

A prediktor-korrektor ciklus logikai vázlatát a 3. ábrán látható.

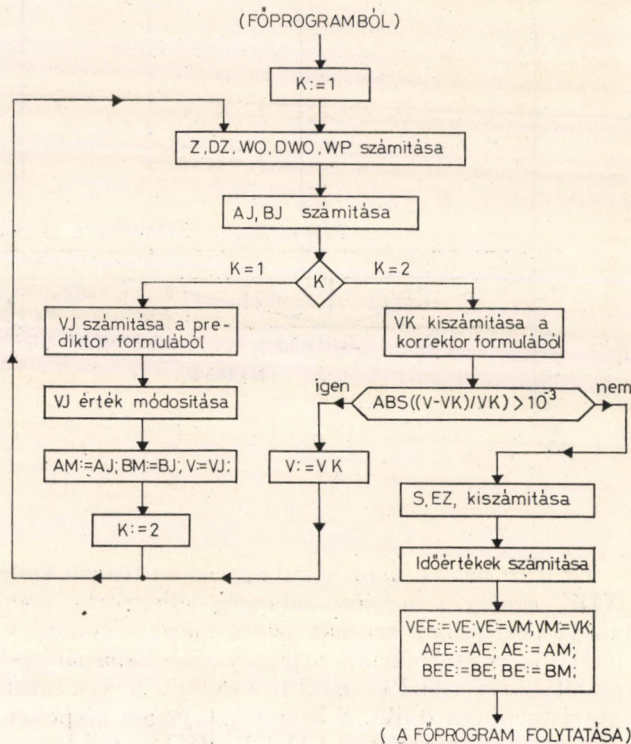
2.3. Az alkalmazott digitális gépi program logikai rendszere

Az Odra-1204 típusú digitális számítógépen lefuttatott ALGOL nyelven megírt program segítségével lehetővé válik adott vonatra vonatkozóan a legrövidebb menetidőhöz tartozó menetábrák és vonatátviteli munka meghatározása. A számítás egy futtatás alkalmával akár egy egész vonalra el lehet végezni. A vasútvonal pálya- és sebességadatai általános esetben a 4. ábra szerinti módon alakulnak.

Az ábrán egy $\text{NAK} = 2$ állomásközből álló A—C vonal látható. Az A—B állomásközből 4, a B—C állomásközből 3 különböző, pályára megengedett maximális sebességű szakasz található. Ezek számát NVM-el jelöljük. A szakaszok egyértelműen jellemezhetők a $\text{VMAXT}[i]$ és $\text{SVMV}[i]$ értékek megadásával. Az ábrán feltüntettük a vonatra megengedett maximális sebesség VVMAX vonalát is. Nyilvánvaló, hogy a vonatra az adott pályán a



2. ábra



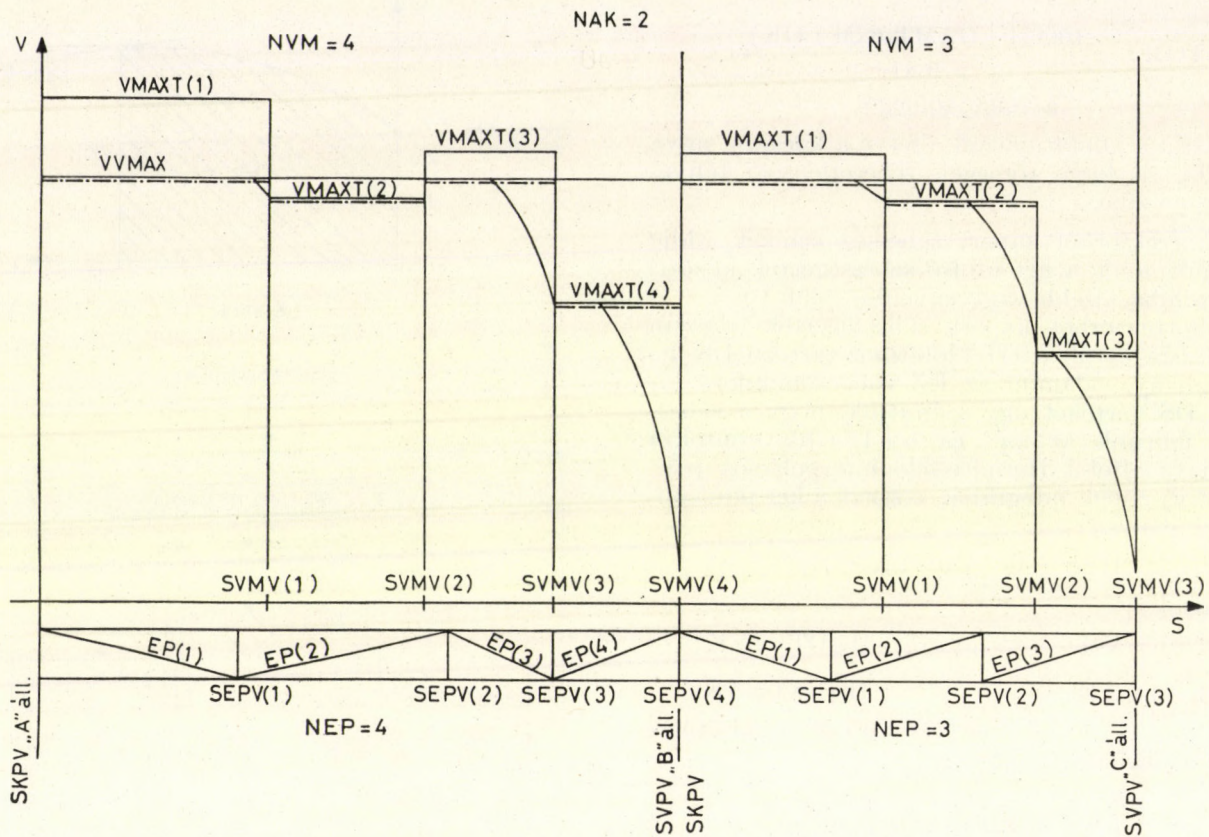
3. ábra

maximális pályasebesség és a vonatsebesség közül a kisebb lesz mértékadó. Ezt a tényt figyelembe véve, eredményvonallal berajzoltuk a vonatra mértékadó maximális sebességet. Az is természetes, hogy ha ez mértékadó sebesség a vonat haladási irányába eső következő szakaszban kisebb, akkor sebességsökkenő fékezést kell végrehajtani. A mértékadó sebesség utolsó szakaszában a vonatot az állomáson meg kell állítani.

Az ábrán látható még, hogy az A—B állomásközből 4, a B—C állomásközből 3 állandó pályáellenállású szakasz található. Ezek számát NEP-el jelöljük. A szakaszok egyértelműen jellemezhetők a $\text{SEPV}[i]$ és a $\text{EP}[i]$ értékek megadásával.

A program bemenő adatrendszer a következő: először beolvasásra kerül a vonal megnevezése (VONAL), az indítóállomás (INDALL), a végállomás (VEGALL) és a vonatnem (VONNEM) megnevezése, majd a vonatra engedélyezett maximális sebesség (VVMAX), a vontató járműtípus jele (MOZDSOR), valamint a menetfokozat (DU1) és a fékfokozat (DU2) jele.

(Megjegyzés: a zárójelben levő jelölések a megnevezett paraméterek programbeli azonosítói!)



4. ábra

Ezután beolvasásra kerül egy egész típusú szám NDZ, amely a vonóerő-sebesség jelleggörbe megadott pontjainak számát jelöli, majd a vonatsúly (GM), a vontatójármű fajlagos alapellenállásának együtthatói (ALF1, BET1, GAM1), a vontatott kocsisor súlya (GK), a kocsisor fajlagos alapellenállásának együtthatói (ALF2, BET2, GAM2), a közepes fékezési lassulás (BF), a tömegtényező (GAMT) és vonathossz (LV) beolvasása következik.

A pályaadatok beolvasása az állomásközök számának (NAK) bevitelével kezdődik. Ez a szám mutatja meg, hogy hányszor kell ciklikusan lefuttatni az egy állomásközre vonatkozó számításokat tartalmazó programrészt.

Egy adott állomásköz pályaadatainak bevitele a menetirány szerint értelmezett kezdőállomás megnevezésének beolvasásával kezdődik, majd az állomásköz kezdő, illetve végpontjának szelvénye (SKPV és SVPV), az állomási tartózkodási idő (TVAR) és az állomásköz sebességszakaszainak száma (NVM) kerül beolvasásra. Az NVM darab SVMV és VMAXT értéke bevitele után történik az SKPV és SVPV értékek, valamint az SVMV értékek „normálása”. Ez azt jelenti, hogy az összes említett szelvényérték helyét az abs (SKPV — SVMV) értéket használjuk. Ily módon elérjük, hogy minden állomásköz menetirány szerinti kezdőpontjának szelvénye 0 lesz, így az S útérték számításának csak az $S := (S + DS)$ összefüggést kell használni az összes szubrutinban, nem pedig felváltva az $S := (S - DS)$ összefüggéssel, attól függően, hogy

valódi szelvényezés a menetirányt tekintve növekvő vagy csökkenő.

A szelvényértékek normalálása után a vonatra engedélyezett maximális sebesség és az egyes pályaszakaszokon belül érvényes sebességek közül minden szakaszban kiválasztásra kerül a kisebb. Ez lesz a már említett mértékadó sebesség az egyes sebességi szakaszokon belül (4. ábra). Az állomásközön belüli mértékadó sebességek maximuma is kiválasztásra kerül (VMAX). Ezzel a sebességgel történik meg a DT értéke kiszámítása a következő formula alapján:

$$DT [s] = \frac{3,6 \times DS [m]}{VMAX [km/h]}$$

A DS érték 50, 100, 150 vagy 200 [m] lehet attól függően, hogy a számítógép kezelőpultjának melyik nyomógombja van lenyomva. Látható, hogy ily módon 4 különböző gyorsaságú módszer áll rendelkezésre, melyek tetszésszerűen választhatók ki a számítás megkezdésekor. A DT ily módon való meghatározásának az is előnye, hogy a VMAX sebességen keresztül minden esetben figyelembe vesszük a tényleges sebességi viszonyokat.

A következőben beolvasott szám egész típusú: NEP, amely az állomásközben levő állandó pályaellenállású szakaszok számát jelöli. A szakaszokat jellemző SEPV és EP értékeket páronként olvaszuk be. Ez esetben megállapítandó a beolvasás után SEPV „Normált” szelvénye, az SEP.

Ha a sebességi szakaszok száma egy állomásközben 1-nél több (NVM > 1), akkor a vonatmenet

LEGROVIDEBB MENETIDEJÜ MENET SZÁMITÁSA

A VONAL MEGNEVEZÉSE: A - B

A. VONATNEM MEGNEVEZÉSE: SEBESVONAT

A VONATRA ENGEDELYEZETT MAXIMALIS SEBESSEG: 80.0 KM/ORA

A VONTATOJARMU MEGNEVEZÉSE: MX.3-RESZES MOTORVONAT

AZ ALLOMÁSKÖZ KEZDOPONTJANAK SZELVÉNYE: 2.920 KM
 AZ ALLOMÁSKÖZ VÉGPONTJANAK SZELVÉNYE: 5.280 KM
 AZ ALLOMÁSKÖZ SEBESSEGSZAKASZAINAK SZÁMA: 1
 SZELV PMS
 [KM] [KM/ORA]
 5.280 60.00
 AZ ALLOMASI TARTÓZKODÁSI IDŐ: 0 PERC

	SZELV [KM]	S [KM]	T [PERC]	TMT [PERC]	V [KM/ORA]	EZ [KW0]	ZREL [-]
	2.920	.000	.00	.00	.00	.0	1.000
	2.940	.020	.10	.10	23.97	.9	1.000
	2.997	.077	.20	.20	42.22	2.7	1.000
	3.075	.155	.30	.30	50.39	4.0	1.000
	3.163	.243	.40	.40	55.80	5.0	1.000
VM	3.258	.338	.50	.50	60.00	5.9	1.000
	3.705	.785	.95	.95	60.00	6.3	0.125
	4.153	1.233	1.39	1.39	60.00	6.8	0.125
H	4.600	1.680	1.84	1.84	60.00	7.3	0.125
	4.776	1.856	2.02	2.02	60.00	7.5	0.199
	4.952	2.032	2.19	2.19	60.00	7.8	0.199
*	5.127	2.207	2.37	2.37	60.00	8.1	0.199
*	5.182	2.262	2.43	2.43	48.00	8.1	0.000
*	5.225	2.305	2.49	2.49	36.00	8.1	0.000
*	5.256	2.336	2.55	2.55	24.00	8.1	0.000
*	5.274	2.354	2.61	2.61	12.00	8.1	0.000
*	5.280	2.360	2.67	2.67	.00	8.1	0.000

VMA = 52.99 KM/ORA

PKA = 182.3 KW

számítása során mindig 2 szakaszt vizsgálunk: azt, amelyikben a vonat halad (ebben a mértékadó sebesség VMAX 1), és a menetirányban előbbre levő szakaszt (ebben a mértékadó sebesség VMAX 2).

Nyilvánvaló, ha a számítás során az út értéke meghaladja a pályaellenállás szakasz vagy a mértékadó sebességi szakasz normált szelvényét, a

számítást meg kell szakítani és a következő pályaellenállás szakasz adatainak beolvasásával vagy a sebességi szakaszoknál eggyel előbbre lépve folytatni kell a számítást.

Az első sebességi szakasz végpontjának normált szelvényét SAKT-tal jelöljük.

Ha VMAX1 > VMAX2, akkor SAKT értékét az LV vonathosszal csökkenteni kell, mivel hogy a

mozdonynak már a VMAX2 sebességgel kell belépnie a következő sebességi szakaszba.

Ha $VMAX1 < VMAX2$, akkor SAKT értéke az LV vonathosszal növelendő, minthogy a vonat csak akkor kezdheti a gyorsítást, ha vége is kihaldt a kisebb mértékadó sebességű szakaszból.

A számítás további része a „BLOKK1”, „BLOKK2” vagy a „BLOKK3” jelű programrészletben folytatódik tovább.

A „BLOKK1”-be adódik át a vezérlés, ha az állomásköz mértékadó sebességi szakaszainak száma egy, vagy megállító fékezést kell modellezni.

A „BLOKK2”-be adódik a vezérlés, ha $VMAX1 < VMAX2$, vagyis a vonat a következő szakaszba gyorsulhat.

A „BLOKK3”-ba adódik át a vezérlés, ha $VMAX1 > VMAX2$, ilyenkor sebességcsökkentő fékezésre van szükség.

Mindhárom programrészben érvényesül az az elv, hogy ha a vonat pályaellenállás — vagy mértékadó sebességváltozáshoz ér úgy, hogy előzőleg sebessége a megengedhető maximális sebesség volt, akkor azt kell megvizsgálni, hogy a következő szakaszban is tartható ez a sebesség vagy nem, illetőleg hogyan tartható; sebességtartó fékezésre, részteljesítményes vontatás modellezésére van-e szükség. Ez a vizsgálat az egyes blokkokban a SW1, SW2, SW3 kapcsolókkal, illetve a megfelelő L1, L2, L3 kapcsolóparaméterekkel történik.

A program által számított eredmény táblázatos formában jelenik meg a nyomtatón.

A táblázatosan nyomtatott eredmények egyes oszlopainak jelölése a következőket jelenti:

SZELV	[KM]	— a pálya szelvényezése
S	[KM]	— a „normált” szelvényezés
T	[PERC]	— az egyes állomásközökben elért tiszta menetidő
TMT	[PERC]	— az egész vonalra vonatkozó állomási várakozásokat is tartalmazó göngyöltött menetidő
V	[KM/ÓRA]	— a sebesség
EZ	[KWO]	— a vonóerő munkája
ZREL	[—]	— a vontatójármű teljesítmény kihasználása

Minden állomásköz táblázatos eredményei után egy sorban nyomtatódik:

VMA	[KM/ÓRA]	— az állomásközön belüli átlagos menetsebesség
PKA	[KW]	— az állomásközben a vontatójármű által kifejtett átlagos kerületi teljesítmény.

Az eredménylap végén összesítés készül az egész vonali menetire vonatkozóan.

3. A számítási példa a kidolgozott matematikai modell és program alapján

3.1 A számításához használt alapadatok

A konkrét számítások elvégzésének két fontos feladata is volt. Egyrészt minden számítógépes program csak akkor mondható jónak, ha azt gépen

is kipróbálták. Ez egyaránt érvényes mind az analóg, mind a digitális számítógépre. Másrészt egyetlen állomástávolságra elvégzett számítások is lehetővé tesznek bizonyos következtetéseket. A programok kipróbálásához a *Budapesti Közlekedési Vállalat* MX típusú motorvonatának adatait használtuk fel.

A számításokhoz a *Német Szövetségi Vasutak* (DB) villamos elővárosi szerelvényekre használt alapellenállási egyenletét használtuk fel:

$$W_0 = 2,45 G + 0,02(V + 10)^2 \quad [\text{kp}]$$

ahol G [Mp] a vonat súlya,

V [km/h] a vonat sebessége.

A választott pályára engedélyezett legnagyobb sebesség $V_{eng} = 60$ km/h, az állomástávolságokon belül lassújel nem volt.

Az MX 3 részes motorvonat súlya $G_0 = 95,8$ Mp; az utasok súlya $G_u = 37,7$ Mp. A rakott vonat súlya $G = 95,8 + 37,7 = 133,5$ Mp. A vonat forgatómög tényezője $\gamma = 0,07$, a fékezés lassulás a gyár mérései szerint az első fékfokozatban $B_{f1} = 0,8$ m/s².

3.2 A számítás eredményei

A számításokat a digitális számítógépre írt program sokoldalú tesztelése után az AB állomástávolságra a legrövidebb menetidejű menetire vonatkozóan elvégeztük. Az eredmény részlete az 1. táblázatban látható. Az eredménylistán az első oszlop a hossz-szelvény szelvény-számaikat, a második a megtett utat, a harmadik az indulástól eltelt időt, a negyedik a várakozási idővel megnövelt menettartamot, az ötödik a sebességet, a hatodik a vontatási munkát, a hetedik a jármű P kerületi teljesítményének kihasználását tartalmazza.

A táblázatok margóján levő jelölések: VM az engedélyezett sebesség elérésének helye, H a pálya töréspontok helye, * a fékezési szakaszt jelenti.

IRODALOM

- Glück, H.—Gruber, G.: Die Berechnung der Fahrzeit und der Verbrauchswerte von Schienentriebfahrzeugen bei Zugfahren auf der Grossrechenanlage, *Glaser's Annalen*, 1966. évi 12. sz. 440—446. p., 1967. évi 1. sz. 3—11. p.
- Horváth, K.—Vajda J.: Eljárás kidolgozása menetdinamikai és energetikai számítások elvégzésére számítógép segítségével a BKV elővárosi vonat részére. Kutatási jelentés, Bp. 1973. BME Vasúti Járművek Tanszék.
- Lehmann, S.: Fahrdynamische Berechnungen mit den elektronischen Analogrechnen, *Glaser's Annalen*, 1965. évi 12. sz. 39—49. p.
- Lehmann, S.: Ermittlung von Fahrzeiten und Energiekennwerten mit digitalen Rechenanlagen, *Glaser's Annalen*, 1965. évi 4. sz. 117—129. p.
- Pápay I.: Vasúti közlekedésdinamika II. Bp. 1968. Tankönyvkiadó.
- Pierick, K.: Die Vorausberechnung des Fahrtablaufes und der Verbrauchswerte von Zugfahrten mit Hilfe einer elektronischen Analogrechenmaschine, *Archiv für Eisenbahntechnik*, 1966. dec.-i sz. 81—101. p.
- Ralston, A.: Bevezetés a numerikus analízisbe. Bp. 1969. Műszaki Könyvkiadó.
- Schmidt, G.—Torres—Peraza, M.: Energieoptimale Fahrprogramme für Schienenfahrzeuge, *Glaser's Annalen*, 1969. évi 9. sz. 265—270. p.
- Vajda J.—Zágonyi Gy.: Menetdinamikai számítások megoldása iterációs analóg számítógéppel, *Közlekedéstudományi Szemle*, 1974. évi 4. sz. 147—155 p.

A mintanagyság meghatározásának néhány problémája a közúti forgalomfelvételnél

VÁSÁRHELYI BOLDIZSÁR

1. BEVEZETÉS

A közúti forgalom igen bonyolult, ún. véletlen tömegjelenség. Ahhoz, hogy a forgalommal érdemben tudjunk foglalkozni, sok esetben szükség van helyszíni forgalomfelvételekre. Ezek megtervezésénél az egyik fő kérdés a felvételi helyek számának és a felvétel időtartamának meghatározása, azaz tulajdonképpen a szükséges *mintanagyság* megállapítása. Ha túl kicsi a minta, a levonható következtetéseket megengedhetetlenül nagy valószínűséggel fogják nagyobb hibák terhelni, a túl nagy minta felvétele viszont gazdaságtalan.

Jelen tanulmányban a mintavétel problémájának vázlatos matematikai statisztikai áttekintése után az alábbi forgalomtechnikai jellemzőkkel foglalkozunk:

- a forgalmi folyamat jellemző adatok közül: forgalomnagyság, a járművek sebessége (átlagsebesség, sebességeloszlás);
- a csomóponti mozgást jellemző adatok közül: a csomóponton belül követett útvonalak;
- a nagyobb területeket jellemző adatok közül: a forgalomáramlási adatok.

2. A MINTAVÉTEL PROBLÉMÁJÁNAK MATEMATIKAI STATISZTIKAI ÁTTEKINTÉSE

2.1 Általános elvek

Tegyük fel, hogy az általunk vizsgált mennyiséget az adott kísérleti körülmények nem határozzák meg egyértelműen, vagyis az a véletlentől függ, így valószínűségi változónak tekinthető jellemzése a szokásos módon történhet, vagyis folytonos változó esetén (pl. a járművek sebessége egy adott útkeresztmetszetben) az $F(x)$ eloszlásfüggvénnyel:

$$P(\xi < x) = F(x)$$

diszkrét változó esetén (pl. adott időtartam alatt áthaladó járművek száma) a p_1, \dots, p_n valószínűségeloszlással

$$P(\xi = x_i) = p_i$$

A matematikai statisztika tárgya a tapasztalati adatokból való következtetés a véletlentől függő, ún. valószínűségi változók tulajdonságaira. Ennek során bizonyos számértékekkel jellemezhető egyedekből álló ún. statisztikai *alapsokaságot* vizsgálva úgy akarunk következtetéseket levonni az egyedek jellemzőire vonatkozóan, hogy a mérésekbe nem vonjuk be az egész alapsokaságot, hanem annak csak egy részhalmazát, a *mintasokaságot*, a *mintát*. Az alapsokaságból úgy választjuk ki a mintát,

hogy ez reprezentatív legyen, azaz a mintát ugyanazok az eloszlások jellemezzék, mint az alapsokaságot. (Mind az alapsokaság, mind a mintasokaság elemeit jellemző értékek tekinthetők valószínűségi változóknak). Szükséges továbbá, hogy a minta egyes elemei egymástól függetlenek legyenek. Emellett a mintának akkorának kell lennie — az alapsokaság elég sok elemét kell tartalmazza — ahhoz, hogy következtetéseinknek kellő (adott megbízhatóságot tulajdoníthassunk. Ezzel a problémával, a *mintanagyság* kérdésével foglalkozunk a jelen tanulmányban.

Az alapsokaság lehet (elvileg) végtelen vagy véges. A *mintavétel* lehet visszatevése, vagy visszatevés nélküli. Az első esetben ugyanaz a „darab” többször is szerepelhet a mintában, a másodikban nincsenek azonos mintaelemek. Véges alapsokaságnál a korlátlan mintaszámnövelés csak visszatevése mintavétellel képzelhető el. A visszatevés nélküli mintavételnél a mintaelemek függetlensége csak végtelen, illetve végtelennek tekinthető, „elég nagy” alapsokaság esetében van biztosítva.

A mintavétel fontos követelménye, hogy az alapsokaság minden egyede egyforma valószínűséggel kerülhessen a mintába.

Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a forgalomtechnikai mintanagyság-problémák között számos olyan van, ahol — a szokványos minőségellenőrzési stb. problémákkal ellentétben — az a kérdés, hogy egy *időbeli* folyamatnál milyen hosszú időtartam alatt végezzük a megfigyeléseket, hogy azok alapján a teljes folyamatot jellemezhesük.

A másik fontos szempont az, hogy a közúti forgalom jellemzőiben sokszor szabályos *időbeli ingadozások*, illetve térbeli stb. eltérések vannak. A forgalommegfigyeléseknél ezek figyelembevétele sokszor a szabályos — nem véletlenszerű — ingadozások kiszűrése révén a megfigyelt valószínűségi változó szórásának csökkenését és — mint ahogyan a későbbiekben látni fogjuk — a szükséges mintanagyság jelentős redukcióját vonja maga után (l. 3.11. pont). Ezek figyelmen kívül hagyása viszont megnöveli a szükséges mintaszámot, sőt sok esetben irreális eredményekhez vezet.

A matematikai statisztika módszereinek két főcsoportja a becslélmélet és a statisztikai hipotézisvizsgálat [1, 2].

A *becslélmélet* segítségével a mintán végzett kísérletek eredményeiből az alapsokaságot jellemző valamely számértéket állapítunk meg (pontbecslés), vagy pedig egy olyan ún. „konfidencia”-intervallumot határozzunk meg, amely a kérdéses számértéket nagy valószínűséggel tartalmazza (intervallum-becslés). Ez az eset pl. akkor, amikor a forgalom nagyságát akarjuk meghatározni egy útkeresztmetszetben.

A *hipotézisvizsgálat* eljárásai lehetővé teszik, hogy bizonyos feltevések érvényességét illetően a

minta alapján döntésre jussunk: a tekintett feltevést (nullhipotézis) elfogadjuk, illetve elvessük; s eközben lehetőleg minél kisebb legyen a hibás döntés valószínűsége. Ez az eset pl., amikor valamely intézkedés hatását kívánjuk megállapítani.

A kívánt pontosságú következtetéseket lehetővé tevő mintanagyság meghatározásához több információ szükséges.

Egyrészt meg kell állapítani, hogy milyen *megbízhatóságot* kívánunk meg az adott vizsgálat eredményétől. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy előírunk egy valószínűségi szintet, s megkívánjuk, hogy a konfidencia-intervallum a tényleges értéket legfeljebb e valószínűséggel ne tartalmazza, illetve a hipotézis elfogadására, illetve elvetésére vonatkozó döntésünk legfeljebb e valószínűséggel legyen téves. Ez a valószínűségi (kockázati) szint a legtöbb esetben 0,05, illetve 0,10 szokott lenni.

A hipotézisvizsgálatnál kétféle „hiba” követhető el:

— a valóságban fennáll a nullhipotézis, mégis elvetjük: „elsőfajú” hiba;

— a valóságban nem áll fenn a nullhipotézis, mégis elfogadjuk: „másodfajú” hiba.

Általában ezen hibák előfordulási lehetőségét egyrészt különböző valószínűségi szintek előírásával korlátozzák. A másodfajú hiba függvénye a tényleges és a nullhipotézisbeni számérték közötti különbségnek (hasonlókat nehezebb egymástól megkülönböztetni, mint eltérőket), ezért meg kell adni azt az alternatív hipotézist, melynek igaz volta esetén az adott valószínűségi szinten engedjük meg bekövetkezni a másodfajú hibát.

Másrészt elő kell írni a keresett mennyiség meghatározásának *pontosságát*. Ez a konfidencia-intervallum nagyságának, illetve a hipotézisvizsgálatnál az alternatív hipotézis és a nullhipotézis közötti eltérés nagyságának rögzítését jelenti.

Harmadrészt általában szükséges a megfigyelés alá vont valószínűségi változó *ingadozásának* (szórásának) ismerete. Ezt előzetes, hasonló jellegű vizsgálatok kiértékelésével, vagy külön e célra végzett kísérletek révén, vagy egyéb információk alapján határozzuk, illetve becsüljük meg.

A problémák lehetnek egyoldaliak, amikor előre adott, hogy a vizsgált mennyiség egy adott értéknél nem lehet kisebb (vagy nagyobb) és kétoldaliak, amikor a korlátozás nem áll fenn.

A mintanagyság megállapításánál gyakran feltételezhető, hogy a vizsgált valószínűségi változó eloszlása az alábbiak egyike: normális, binomiális, Poisson, exponenciális eloszlás.

Arra nézve, hogy milyen eloszlást érdemes feltételezni, az alábbi általános elv adható [1, 3]:

Ha a valószínűségi változó nagyszámú, véges szórású és egymástól független egyedi hatás összegeződését jelenti, feltehető a *normális eloszlás*. Ezt a valószínűségszámítás határeloszlástételei igen általános feltevések mellett biztosítják.

Ha a valószínűségi változó azt jelenti, hogy egy sokszor elvégzett kísérletnél („igen-nem alternatíva”) hányszor következnek be a „kedvező” események és ha ezek bekövetkezése egymástól függetlenül történik, a bekövetkezési valószínűségek

minden kísérletnél azonosak: feltehető a *binomiális eloszlás*.

Ha a valószínűségi változó a fent jellemzett folyamathoz egy adott hosszúságú időintervallumban bekövetkező események számát jelenti, feltehető a *Poisson-eloszlás*. Ugyancsak Poisson-eloszlású sok esetben pl. egy vonaldarabon véletlenszerűen elhelyezkedő pontok közül egy adott hosszúságú intervallumba eső pontok száma.

Ha a valószínűségi változó egy pozitív, folytonos változó növekedését reprezentálja, amelytől számos „kedvező” esemény valamelyikének megvalósulása függ, és ha az egyes események egymástól és az időponttól függetlenül következnek be, feltehető az *exponenciális eloszlás* (pl. eseményfolyamatnál az egyes események közötti időtartamok vizsgálatánál).

Természetesen mindig *ellenőrizni* kell az eloszlástípusra vonatkozó feltétel helyességét (illeszkedésvizsgálat, normalitásvizsgálat stb. [1].)

Megemlítjük, hogy a matematikai statisztika problémáit aszerint, hogy ismeretes-e a bennük szereplő eloszlásfüggvény típusa, vagy nem: *paraméteres*, illetve *nemparaméteres* problémának nevezzük. Az első esetben ugyanis a már ismert típusú eloszlásfüggvényt pontosan meghatározó paraméter(ek) nagyságát kell csak megállapítani.

2.2 A mintanagyság meghatározása általános esetekben

E pontban az [1] és [3] alapján összefoglaljuk a fontosabb forgalmi vizsgálatokkal kapcsolatban előforduló főbb eseteket. Csak paraméteres problémákat tárgyalunk.

Mind az intervallum-becsléseknél, mind a hipotézisvizsgálatoknál rövid általános áttekintés után csak a normális eloszlás várható értékére vonatkozóan közöljük a gondolatmenetet. A többi fontos problémára nézve az 1. és 2. táblázat tartalmazza a gyakorlati szempontból legfontosabb képleteket. Ezek részletes gondolatmenetét, valamint további esetek tárgyalását és a mintavétel általános kérdéseit illetően utalunk [1]-re, [2]-re és [3]-ra.

2.21 Az intervallum-becslésekhez szükséges mintanagyság

A feladat az, hogy adott típusú eloszlással rendelkező valószínűségi változó valamely jellemzőjére adott 2δ nagyságú konfidencia-intervallum meghatározásához szükséges minta nagyságát állapítsuk meg, adott $1-\alpha$ megbízhatósági szinten. Azaz: keressük az elvégzendő független megfigyelések számát, n -et, ami ahhoz kell, hogy a vizsgált paraméter (μ) a mintából becsült értékétől (A) többel, mint a konfidencia-intervallum félszélességével ($\delta(n)$) legfeljebb α valószínűséggel térjen el:

$$P[|A - \mu_i| > \delta] < \alpha,$$

vagyis

$$P[A - \delta(n) < \mu \leq A + \delta(n)] \geq 1 - \alpha$$

legyen.

Adott $1 - \alpha$ megbízhatóságú intervallumbecsléshez szükséges mintanagyság
(a konf. int. félszélessége)

Eset sor-száma	Feladat	A becslés	Előírás a konf. intervallumra	A szükséges mintanagyság	A mintanagyság kiinduló becslése
1.	Normális eloszlás várható értéke, μ (végtelen alaphalmaz)	$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	kétoldali: $P[\mu - \delta < \bar{x} < \mu + \delta] = 1 - \alpha$ egyoldali $P[\mu \leq \bar{x} < \mu + \delta] = 1 - \alpha$	$n = \left(\frac{t_{\alpha/2} \cdot \sigma}{\delta} \right)^2 \quad [3]$ $n = \left(\frac{t_{\alpha} \sigma}{\delta} \right)^2 \quad [3]$	$n' = \left(\frac{u_{\alpha/2} \sigma'}{\delta} \right)^2 \quad [3]$
2.	Normális eloszlás p percentilise, a_p (végtelen alaphalmaz)	A tapasztalati eloszlás p percentilise	$P[a_p - a'_p < \delta] = 1 - \alpha$	$n = \frac{u_{\alpha/2}^2 \sigma'^2 (2 + u_p^2)}{2 \delta^2} \quad [4]$	
3.	Normális eloszlás várható értéke, μ (véges alaphalmaz)	$\mu = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	$P[\mu - \delta < \bar{x} < \mu + \delta] = 1 - \alpha$	$n = \frac{N u_{\alpha/2}^2 \sigma'^2}{u_{\alpha/2}^2 \sigma'^2 + (N - 1) \delta^2} \quad [5]$	
4.	Két azonos szórású normális eloszlású várható értékének különbsége, $\mu_1 - \mu_2$	$\mu_1 - \mu_2 = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$	$P[(\mu_1 - \mu_2) - (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) < \delta] = 1 - \alpha$	$n_1 = n_2 = 2 \left(\frac{t_{\alpha/2} \sigma'}{\delta} \right)^2 \quad [3]$	$n'_1 = n'_2 = 2 \left(\frac{u_{\alpha/2} \sigma'}{\delta} \right)^2 \quad [3]$
5.	Normális eloszlás szórásnégyzete, σ^2	$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$	$P\left(\left \frac{\sigma^2 - S^2}{\sigma^2} \right < \tau \right) = 1 - \alpha$	$\frac{K_{n-1, \alpha/2}^2 - K_{n-1, 1-\alpha/2}^2}{K_{n-1, \alpha/2}^2 - K_{n-1, 1-\alpha/2}^2} = \tau \quad [3]$ egyenlet fennáll	ha $n > 30$: $n \approx \frac{3}{2} + u_{\alpha/2} \cdot \left[\frac{1}{\tau} \left(\frac{1}{\tau} + \sqrt{\frac{1}{\tau^2} - 1} \right) - \frac{1}{2} \right] \quad [3]$
6.	Binomiális eloszlás paramétere, p , végtelen alapsokaság	$p = \frac{x}{n}$	$P\left(\left p - \frac{x}{n} \right < \delta \right) = 1 - \alpha$	$n = \left[\frac{u_{\alpha/2}}{\delta \sqrt{p \cos(\arcsin \sqrt{p})}} \right]^2 \quad [3]$ $n = \frac{u_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{\delta^2} \quad [2]$	$n_{\max} \sim \left(\frac{u_{\alpha/2}}{\arcsin 2\delta} \right)^2 \quad [3]$ $n_{\max} \sim \frac{u_{\alpha/2}^2}{4\delta^2} \quad [2]$
7.	Véges alapsokaság, mint 6.	$p = \frac{x}{n}$	$P\left(\left p - \frac{x}{n} \right < \delta \right) = 1 - \alpha$	$n = \frac{u_{\alpha/2}^2 N p(1-p)}{u_{\alpha/2}^2 p(1-p) + (N-1) \delta^2} \quad [5]$	
8.	Exp. eloszlás paramétere, λ	$\frac{1}{\lambda}$ = az első r megfigyelt esemény közti időközök átlaga	$P\left(\left \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda'} \right > \tau \right) = 1 - \alpha$	$\frac{K_{2r, \alpha/2}^2 - K_{2r, 1-\alpha/2}^2}{K_{2r, \alpha/2}^2 - K_{2r, 1+\alpha/2}^2} = \tau \quad [3]$	$r \approx \frac{1}{4} + \frac{u_{\alpha/2}^2}{2} \cdot \left[\frac{1}{\tau} \left(\frac{1}{\tau} + \sqrt{\frac{1}{\tau^2} - 1} \right) - \frac{1}{2} \right] \quad [3]$

2. táblázat

Hipotézis-vizsgálathoz szükséges mintanagyságok. Az elsőfajú hiba valószínűsége α , a másodfajúé adott alternatív érték mellett β . ([3] alapján)

Eset sor-száma	Feladat	Nullhipotézis	Alt. hipotézis és alt. érték	Próbastatisztika és eloszlása	A szükséges mintanagyság	Kritikus tartomány
1.	Normális és várható érték egyoldali kétoldali	$\mu = \mu_0$ $\mu = \mu_0$	$\mu = \mu_1 < \mu_0$ $\mu = \mu_1 \neq \mu_0$	$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} \sqrt{n}$ $t = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} \sqrt{n}$ ha σ ismert: stand. norm; ha σ a mintából becsülve: $n - 1$ szab. fokú Student-eo.	$n = \left[\frac{(u_\alpha + u_\beta)\sigma}{\mu_0 - \mu_1} \right]^2$ $n = \left[\frac{(u_{\alpha/2} + u_\beta)\sigma}{\mu_0 - \mu_1} \right]^2$	$t < u_\alpha$ $t > u_{1-\alpha/2}, t < u_{\alpha/2}$
2.	Két azonos szórású normális eloszlás várható értékének egyoldali kétoldali	$\delta = \mu_1 - \mu_2 = \delta_0$ $\delta = \mu_1 - \mu_2 = \delta_0$	$\delta = \delta_1 < \delta_0$ $\delta = \delta_1 \neq \delta_0$	$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - \delta_0}{\sigma \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \text{ stand. norm.}$	$n_1 = n_2 = 2 \left[\frac{(u_\alpha + u_\beta)\sigma}{\delta_0 - \delta_1} \right]^2$ $n_1 = n_2 = 2 \left[\frac{(u_{\alpha/2} + u_\beta)\sigma}{\delta_0 - \delta_1} \right]^2$	$t < u_\alpha$ $t > u_{1-\alpha/2}, t < u_{\alpha/2}$
3.	Két nem azonos szórású normális eloszlás várható értékének egyoldali	$\delta = \mu_1 - \mu_2 = \delta_0$	$\delta = \delta_1 < \delta_0$	$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - \delta_0}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}} \text{ stand. norm.}$	$n_1 = \sigma_1(\sigma_1 + \sigma_2) \left(\frac{u_\alpha + u_\beta}{\delta_0 - \delta_1} \right)^2$ $n_2 = \sigma_2(\sigma_1 + \sigma_2) \left(\frac{u_\alpha + u_\beta}{\delta_0 - \delta_1} \right)^2$	$t < u_\alpha$
4.	Normális eloszlás szórása egyoldali	$\sigma^2 = \sigma_0^2$	$\sigma^2 = \sigma_1^2 = \lambda^2 \sigma_0^2$ ($\lambda > 1$)	$T = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$ n szab. fokú; K^2 eloszlás σ_0 -szorosa	$K_{n-1, \alpha}^2 = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_0^2} K_{n-1, 1-\beta}^2 =$ $= \lambda^2 K_{n-1, 1-\beta}^2$ egyenlet fennáll. Közelítés: $n' = \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{u_\alpha + \lambda u_\beta}{\lambda - 1} \right)^2$	$t > u_{1-\alpha}$
5.	Binomális eloszlás paramétere egyoldali	$p = p_0$	$p = p_1 > p_0$	$t = (2 \arcsin \sqrt{p} - 2 \arcsin \sqrt{p_0}) \sqrt{n}$	$n = \left(\frac{u_\alpha + u_\beta}{2 \arcsin \sqrt{p_1} - 2 \arcsin \sqrt{p_0}} \right)^2$	$t > u_{1-\alpha}$
6.	Exponenciális eloszlás paramétere egyoldali	$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0}$	$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} =$ $= \gamma^2 \frac{1}{\lambda_0}$ ($\gamma < 1$)	$T = \sum_{i=1}^r t_i + (n-r)t_r$	$K_{2r, 1-\alpha}^2 = \frac{\lambda_1}{\lambda_0} K_{2r, \beta}^2$ egyenlet fennáll Közelítés: $r' \approx \frac{1}{4} + \frac{1}{4} \left(\frac{u_\alpha + \lambda u_\beta}{1 - \lambda} \right)^2$	$T < \frac{1}{2\lambda_0} K_{2r, 1-\alpha}^2$

A konfidencia-intervallum hossza függvénye a mintanagyságnak [$\delta = \delta(n)$], így a fenti összefüggés alapján adott α -hoz a szükséges legkisebb mintanagyság meghatározható.

A normális eloszlás várható értéke

Kétoldali eset:

Egy μ várható értékű és σ szórású normális eloszlású valószínűségi változóra n megfigyelést végzünk, keresve μ -t. A μ -t a megfigyelések átlagával becsüljük:

$$\mu \approx \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n},$$

σ^2 -t pedig a korrigált tapasztalati szórásnegyzettel:

$$\sigma^2 \approx s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Levezethető, hogy a $t = \frac{(\bar{x} - \mu)\sqrt{n}}{s}$ „statisztika”

$n-1$ szabadságfokú „Student-féle” t -eloszlású. (Statisztikának a mintaelemek függvényeit nevezzük). Ebből adódik, hogy

$$P\left[\left(\bar{x} + t_{1-\alpha/2} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}\right) < \mu < \left(\bar{x} + t_{\alpha/2} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}\right)\right] = 1 - \alpha$$

fennállását kívánjuk meg, azaz azt, hogy μ a [] közti intervallumban $1 - \alpha$ valószínűséggel legyen. (Itt pl. $t_{\alpha/2}$ a t függvény $\alpha/2$ ordinátájához tartozó abszcissa értékét jelöli). Adott δ esetén azt kívánjuk tehát meg, hogy a fenti intervallum két határa közti különbség várható értéke 2δ legyen, azaz

$$2\delta = E\left[\left(\bar{x} + t_{\alpha/2} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}\right) - \left(\bar{x} + t_{1-\alpha/2} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}}\right)\right] \text{ legyen}$$

($E[\dots]$ a várható érték jelölése).

Mivel a t -eloszlás szimmetrikus, $t_{1-\alpha/2} = -t_{\alpha/2}$

Ezt felhasználva kapjuk, hogy a szükséges megfigyelésszám (mintanagyság):

$$n = \left(\frac{t_{\alpha/2} \cdot \sigma'}{\delta}\right)^2 \quad (1)$$

ahol σ' a σ szórás előzetes becslése. Ez normális eloszlásnál a legegyszerűbben, de igen közelítően a mintaterjedelem egyhatodára becsülhető [3]. $t_{\alpha/2}$ -t az $n-1$ fokú Student-féle t -eloszlásból kell venni, így a fenti egyenlet explicite nem oldható meg.

Jó kiindulást jelent az, ha először

$$n' = \left(\frac{u_{\alpha/2} \sigma'}{\delta}\right)^2 \quad (2)$$

értéket határozzuk meg, ahol $u_{\alpha/2}$ a standard normális eloszlásfüggvény abszcisszája $\alpha/2$ ordinátánál. Majd az $n'-1$ fokú t -eloszlás táblázatából vett $t_{\alpha/2}$ -vel kapjuk n -et. (Ezt esetleg többször kell elvégezni, amíg a szabadságfok megállapításánál ala-

pul vett és az eredményül kapott n érték nem egyezik kielégítően).

Egyoldali konfidencia-intervallumnál, amikor μ $1 - \alpha$ valószínűséggel nagyobb (illetve kisebb) \bar{X} -nél δ -t meghaladó mértékben, a szükséges megfigyelésszám (mintanagyság):

$$n = \left(\frac{t_{\alpha} \sigma'}{\delta}\right)^2 \quad (3)$$

Levezethető továbbá, hogy ha a normális eloszlásnak nem a várható értékére, hanem valamely p ordinátához tartozó kvantilisára (pl. $p = 85\%$ -os percentilisére) akarunk 2δ széles konfidencia intervallumot α biztonsággal konstruálni, a szükséges mintaszám:

$$n = \frac{u_{\alpha/2}^2 \sigma'^2 (2 + u_p^2)}{2\delta^2} \quad (4)$$

ahol u_p a standard normális eloszlásfüggvény p ordinátájához tartozó abszcisszaértékét jelöli; $u_{85\%} = 1,037$, $u_{95\%} = 1,645$ [4].

Megjegyezzük, hogy a mediánhoz tartozó ($p = 50\%$) $u_{50\%} = 0$ és ezzel a (4) képlet a (2) képletbe megy át a várható érték vizsgálata esetén.

Ha kétoldali konfidencia-intervallum keresésekor az alapsokaságot nem tekintjük végtelennek, hanem végesnek, N elemből állónak, akkor levezethető, hogy a szükséges mintaszám [5]:

$$n \cong \frac{N \cdot u_{\alpha/2} \cdot \sigma^2}{u_{\alpha/2}^2 \cdot \sigma^2 + (N-1)\delta^2} \quad (5)$$

További feladattípusok

Ezekre vonatkozóan összefoglaló tájékoztatást nyújt a [3], [4] és [5] alapján az I. táblázat.

2.22 Hipotézis-vizsgálatokhoz szükséges mintanagyság

Az a feladat, hogy adott típusú eloszlással rendelkező valószínűségi változóval kapcsolatosan végzett megfigyelésekből az eloszlás valamely paraméterére vonatkozóan döntésre jussunk: az előzetesen felvett nullhipotézist elfogadjuk-e vagy elvessük-e. Keressük azt a mintaszámot, amely biztosítja azt, hogy

az elsőfajú hiba (a helyes nullhipotézis elvetése) valószínűsége $< \alpha$,

a másodfajú hiba (a helytelen nullhipotézis elfogadása)

valószínűsége $< \beta$

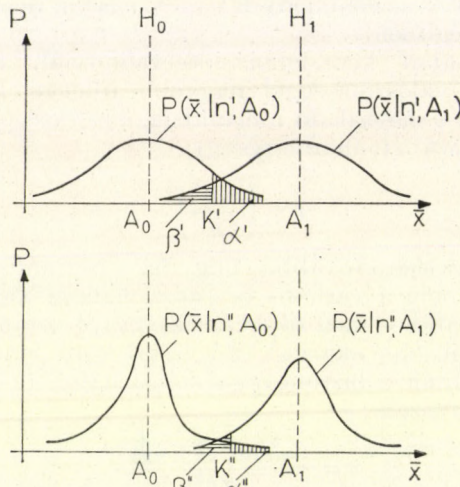
legyen, ha a nullhipotézisbeli értéktől a paraméter tényleges értéke előre felvett mértékben tér el.

A hipotézis-vizsgálat (próba) lehet kétoldali, amikor a nullhipotézistől való \pm eltéréseket vizsgáljuk és lehet egyoldali, amikor csak a nullhipotézisbeli értéknél nagyobb (illetve kisebb) értékek fordulhatnak elő.

A hipotézis-vizsgálathoz szükséges mintanagyság megállapításának vázlatos gondolatmenete (egyoldali esetben bemutatva):

Legyen az A valószínűségi változóra vonatkozó nullhipotézis

$$H_0 : A = A_0$$



1. ábra

Az alternatív hipotézis ekkor:
 $H_1 : A > A_0$

A fentiek szerint legyen az elsőfajú hiba valószínűsége α , a másodfajúé pedig β akkor, ha a valószínűségi változó tényleges értéke A_1 ($A = A_1$).

Az 1. ábra a valószínűségi változóra vonatkozó mintaátlagok (\bar{x}) sűrűségfüggvényeit mutatja: fent n' , lent n'' mintanagyság; bal oldalt a nullhipotézis, jobb oldalt az alternatív hipotézis fennállása esetén [3].

Jelölje K — amely a mintanagyságtól függ — azt a számértéket, amelynél nagyobb \bar{x} esetén elvetjük a nullhipotézist (ez az ún. kritikus tartomány). Az ábra alapján látható, hogy az alábbi összefüggések állnak fenn, ha az első-, illetve másodfajú hibára a fenti előírások érvényesek [2]

$$\int_K^\infty P(\bar{x} | n, A_0) d\bar{x} = \alpha$$

$$\int_K^\infty P(\bar{x} | n, A_1) d\bar{x} \cong 1 - \beta$$

Az összefüggésekből a hipotézis-vizsgálat hibáira tett kikötések kielégítését lehetővé tevő minimális mintanagyság (n_{\min}) meghatározható.

A normális eloszlás várható értéke

Egyoldali eset:

Nullhipotézis: a normális eloszlás várható értéke $\mu = \mu_0$.

Alternatív hipotézis: a várható érték $\mu < \mu_0$ (előre tudjuk, hogy a $\mu > \mu_0$ nem állhat fenn).

Legyen a másodfajú hiba valószínűsége β , ha a valóságban $\mu = \mu_1$.

Ekkor n megfigyelés esetén a

$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma} \sqrt{n}$$

próbastatisztika standard normális eloszlású, \bar{x} a megfigyelések átlaga.

Az első- és másodfajú hibákra tett előírásokból adódik, hogy

$$P[t < u_{1-\alpha} | \mu = \mu_0] = \alpha$$

$$P\left[t < u_\beta + (\mu_1 - \mu_0) \frac{\sqrt{n}}{\sigma} \mid \mu = \mu_0\right] = 1 - \beta$$

Ezen egyenletrendszerből kapjuk a szükséges minta nagyságát:

$$n = \left[\frac{(u_\alpha + u_\beta)\sigma}{\mu_0 - \mu_1} \right]^2 \tag{1}$$

Itt u_α és u_β a standard normális eloszlásfüggvény abszcisszái α , illetve β ordinátánál. σ az eloszlás ismert szórása.

Ha σ^2 -t nem ismerjük, akkor

$$\sigma^2 \approx s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

közelítéssel készítjük el a

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s} \sqrt{n}$$

próbastatisztikát, amely most $n - 1$ szabadságfokú Student-eloszlású. A fentiekhez hasonlóan felírt egyenletrendszerből azonban most nem tudjuk n -et meghatározni, hanem a fenti képlettel kaphatunk rá becslést, n' -t; σ helyett a mintából becsült s szórásértéket használva. A becslés javítható a másodfajú hibára vonatkozó összefüggés alapján, de erre itt nem térünk ki [3].

Kétoldali eset:

Itt az alternatív hipotézis az, hogy $\mu \neq \mu_0$ (nagyobb is, kisebb is lehet), a többi feltétel és a próbastatisztika ugyanaz. Ismert szórás esetén az egyoldali esethez hasonlóan nyerjük a szükséges mintanagyságot:

$$n = \left[\frac{(u_{\alpha/2} + u_\beta) \cdot \sigma}{\mu_0 - \mu_1} \right]^2 \tag{2}$$

Itt $u_{\alpha/2}$ és u_β a standard normális eloszlásfüggvény abszcisszái $\alpha/2$, illetve β ordinátáknál.

Megjegyezzük, hogy maga a hipotézisvizsgálat úgy történik, hogy egyoldali esetben $t > u_{1-\alpha}$ esetén elfogadjuk, $t < u_{1-\alpha}$ esetén elvetjük, kétoldali esetben pedig csak az $u_{1-\alpha/2} < t < u_{\alpha/2}$ reláció fennállásakor fogadjuk el a nullhipotézist. Itt a próbastatisztikát n megfigyelés alapján képezzük. Hasonló módon járunk el egyéb esetekben is (1. a 2. táblázatot).

A legtöbb gyakorlati esetre a szükséges mintanagyságokat a [7], „M” táblázata tartalmazza.

További feladattípusok

Ezekre vonatkozóan összefoglaló tájékoztatást nyújt a 2. táblázat, amelyet [3] alapján állítottunk össze.

3. MINTANAGYSÁG MEGHATÁROZÁSA FORGALOMTECHNIKAI JELLEMZŐKRE VONATKOZÓ MÉRÉSEKNÉL

Az előző fejezetben matematikai statisztikai szempontból, absztrakt módon tárgyaltuk a mintanagyság problémáját. Ebben a fejezetben arra

törekszünk, hogy az egyes forgalomtechnikai jellemzőkre vonatkozó mérések, illetve számlálások tervezésére konkrét javaslatokat tegyünk.

3.1 A forgalmi folyamat jellemző adatok

3.11 A forgalomnagyság

Az útfejlesztési és forgalmi tervezés számára alapvető fontosságú az átlagos napi forgalom (ÁNF) és a mértékadó óraforgalom (MOF) ismerete. Bár a KÖTUKI a sampling-módszerrel 5 évenként elvégzi az országos közúthálózat túlnyomó részén (1970-ben 93%-án) az ÁNF számlálását és a városok belterületi tanácsi közutainak ÁNF-át is meghatározza, emellett száznál több ponton folyamatos forgalomfigyelemmelkísérés folyik, esetenként szükség van pótlólagos ÁNF-meghatározásra. (A számlálásból kimaradt átkelési, vagy kisforgalmú külsőségi szakaszok, megváltozott helyi körülmények stb.)

E pótlólagos forgalomszámlálás elvégzésében is igen nagy segítséget nyújtanak a KÖTUKI rendszeresen folyó vizsgálatai. A különböző úttípusokra a főállomásokon meghatározott „törvényszerűségi szorzók” segítségével lehetőség nyílik arra, hogy rövid időtartamú, kevésszer ismételt számlálásból megbízható értéket kapjunk az illető útszakasz ÁNF-ára, ahhoz hasonlóan, hogy a KÖTUKI a mellékállomások ÁNF-át megállapítja [8, 9].

Valamely útszakasz ÁNF-át a

$$Q = \Sigma \cdot a_i \cdot b_i \cdot c_i \cdot q_i \quad (1)$$

képlet szolgáltatja,

ahol a_i a napi ingadozást figyelembe vevő tényező,

b_i a heti ingadozást figyelembe vevő tényező,

c_i az évi ingadozást figyelembe vevő tényező,

i a járműfajta indexe,

q_i az i -edik járműfajta megszámlált forgalma.

A szorzók járműfajtánként állnak rendelkezésre, Q a járműfajtánként képezett értékek összege (db/nap vagy E/nap).

Természetesen, különböző napokon végezve az számlálást, Q is ingadozni fog, de sokkal kisebb mértékben, mint a szorzók használata nélkül képezett Σq . Ez azt jelenti, hogy Q szórása sokkal kisebb, mint Σq -é, így kisebb mintával, kevesebb számlálással nyerhetünk megfelelő pontosságú intervallum-becslést az ÁNF-ra. (Tájékoztató vizsgátaink szerint a szórás 0,4—0,6-ára csökken, s ez az 1. táblázat 1. esetének képlete értelmében a szükséges mintanagyság 1/6—1/3-ra való csökkenését jelenti.)

Ez az eredmény megfelel azoknak a vizsgálatoknak, amelyeket a sampling-módszer bevezetésével kapcsolatban 1955/56-ban végeztek [10]. Ezek szerint $n=3$ ismétléssel 85% biztonsággal elérhető volt a $\pm 10\%$ -os pontosság (a konfidencia intervallum félszélessége a Q értékének 10%-a).

A [9]-ben adott mellékállomási ÁNF értékeket a fontosabb utakon $n=5$, a kisebb jelentőségű utakon $n=2$ ismétléssel hétköznapi számlálásokból vezették le.

A pótlólagos ÁNF-meghatározások céljából végzett számlálásoknál is javasolható a KÖTUKI módszerének követése. Célszerű a hétköznapi számlálni, mivel ezek forgalma kevésbé ingadozik, mint a hétvégi napoké. A téli időszak szintén kerüendő, mert ekkor az időjárás befolyása és a forgalom ingadozása nagyobb, mint más évszakokban.

A számlálás időtartamát a 7—11, 14—18, 7—12, 14—19, 7—11 és 14—18, 7—12 és 14—19, 6—18, 6—20, 6—22 óra időközök egyike választandó, mert ezekre az időközökre állnak rendelkezésre a napi ingadozást figyelembe vevő tényezők [9].

Megjegyezzük, hogy az angliai *Road Research Laboratory* megvizsgálta számos fejlődő országban a külső útszakaszokon alkalmazott forgalomszámlálási módszereket [11]. Emellett *Kenyában* 38 helyen végeztek kísérleti számlálásokat. Azt találták, hogy a forgalom ingadozásai törvényszerűségeinek megállapítása nélkül gyakorlatilag még hosszú számlálások vagy nagy ismétlésszám mellett sem lehet elfogadható ÁNF becsléshez jutni. (Az időtartam meghosszabbítása kevésbé növeli a pontosságot, mint a véletlenszerű ismétlés.) Ugyanakkor a forgalom ingadozásainak törvényszerűségeit figyelembe vevő USA-beli módszerrel viszont igen kis ismétlésszámmal el lehet jutni az USA-ban előírt $\pm 10\%$ -os (500 jármű/nap alatti forgalomnál $\pm 20\%$ -os) pontossághoz, 95% biztonság mellett. Ez a módszer a hazai sampling-módszerhez hasonló.

3.12. A sebesség

Legtöbbször adott útkeresztmetszeten, adott forgalomnagyság mellett van szükség az áthaladó járművek sebességének ismeretére.

Gyakran elegendő az átlagsebesség ismerete, azonban többször szükség van a teljes sebességeloszlás ismeretére. Az első eset áll fenn, ha pl. az illető keresztmetszetben csak a forgalomnagyság és a sebesség összefüggését keressük. A második esetre példa, ha az eloszlás valamely kvantilisát akarjuk meghatározni, pl. azt a sebességet, amelynél lassabban halad a járművek 85%-a. További, gyakran előforduló feladat pl. sebességkorlátozások, vagy egyéb intézkedések hatásának felmérése, illetve annak ellenőrzése, hogy lehet-e a forgalom spontán gyorsulásáról beszélni.

A sebességek eloszlását általában normálisnak szokás venni, amit számos országban végzett méréssel alátámasztottak [4].

Adott esetben természetesen ez a feltételezés egyszerűen ellenőrizhető („normalitásvizsgálat” l. pl. [1]).

A továbbiakban a sebességek normális eloszlását tételezzük fel. A normális eloszlást, mint ismeretes, egyértelműen meghatározza várható értéke és szórása.

3.121 Az átlagsebesség és kvantilisok meghatározása

Az átlagsebesség felfogható a normális sebességeloszlás várható értékeként. Így a 2.211-beli esetről van szó: normális eloszlás várható értékére kell

adott megbízhatósági szinten becslést készíteni; ez az (1) és (2) képlet, illetve 1. táblázat 1. esete.

α gyakorlati értékei 0,05, illetve 0,10 (95% ill. 90% biztonság), a megengedett eltérés (a konfidencia-intervallum félszélessége) pl. 5 km/h lehet.

A sebességeloszlás szórása a forgalomnagyság növekedésével csökken. Ezért szükséges az, hogy a sebességmeghatározásokat lehetőleg közel állandó forgalomnagyság mellett végezzék. A szórás nagysága 10–20 km/h rendű lehet.

Ugyancsak a 2.211 pont ad útmutatást a kvantilis-meghatározási probléma esetén; ez a (4) képlet, illetve 1. táblázat 3. esete.

Például legyen a sebességeloszlás normális, közelítőleg $\sigma=10$ km/h szórással. Ha az átlagsebességet ± 2 km/h eltéréssel akarjuk ismerni *a)* 95%-os biztonsággal, *b)* 90%-os biztonsággal akkor a 2.211 pont szerint:

a) eset: $\alpha/2=0,025$, $\mu_{0,025}=1,96$,

$n' = \left(\frac{1,96 \cdot 10}{2} \right)^2 = 96$ [(2) képlet]. Pontosabb értéket ad az n -re az (1) képlet: itt $n' - 1 = 95$ szabadságfokú t -eloszlásnál: $t_{0,025}^{95} = 1,99$;

$$n = \left(\frac{1,99 \cdot 10}{2} \right)^2 = 99$$

a szükséges mintanagyság.

b) eset: $\alpha/2=0,05$, $u_{0,05}=1,64$ $n' = \left(\frac{1,64 \cdot 10}{2} \right)^2 =$

$= 67,5 \sim 68$; a 67 szabadságfokú t -eloszlással: $t_{0,05}^{67} = 1,67$, $n = \left(\frac{1,67 \cdot 10}{2} \right)^2 = 70$ a szükséges mintanagyság.

85%-os percentilis meghatározásához a (4) képletből a fenti értékekkel és $u_{85}=1,037$ -tel:

a) esetben

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 10^2 (2 + 1,037^2)}{2 \cdot 2^2} = 148$$

a szükséges mintanagyság.

b) esetben

$$n = \frac{1,645^2 \cdot 10^2 (2 + 1,037^2)}{2 \cdot 2^2} = 104$$

a szükséges mintanagyság.

3.122 A sebességváltozások ellenőrzése

Ez esetben ugyanazon a helyen különböző időben — de lehetőleg minél azonosabb forgalomnagyság mellett — végzett sebességméréseket hasonlítunk össze. Annak eldöntése, hogy észlelhető-e olyan hatás (szignifikáns eltérés), amely nem a véletlennek tulajdonítható, hanem pl. a tett intézkedésnek, hipotézis-vizsgálattal történhet. Aszerint, hogy az „előtte” és „utána” mért sebességek szórása azonos-e vagy sem, kell a 2. táblázat 2., illetve 3. esete szerint eljárni. Itt az intézkedés hatásának, illetve az időbeli eltolódásnak az iránya (növekedés, csökkenés) sokszor ismeretes; ilyenkor az egyoldali esetről szokott szó lenni.

Példa:

Tegyük fel, hogy a sebességeloszlások szórása „előtte” és „utána” $\sigma=10$ km/h ismert. A nullhipotézis az, hogy az „utána” fellépő átlagsebesség legalább $\delta_0=5$ km/h-val nagyobb az „előtte” értéknél. Legyen az első fajú hiba valószínűsége $\alpha=0,05$ és $\delta=\delta_1=0$ km/h) a valóságban nincs eltérés) esetén a másodfajú hiba valószínűsége: $\beta=0,05$.

A 2. táblázat 2. eseténél $u_\alpha = u_\beta = 1,645$

$$n_1 = n_2 = 2 \left(\frac{(1,645 + 1,645) \cdot 10}{5 - 0} \right)^2 = 89 \text{ a szükséges}$$

mintanagyság, tehát mind „előtte” mind „utána” legalább 89 jármű sebessége határozandó meg. (A szórások azonosságát célszerű ellenőrizni és szükség esetén áttérni a 2. táblázat 3. esetére).

3.13 Egyéb jellemzők

Ezek az egyéb jellemzők igen változatosak lehetnek: járműösszetétel (típus, súly, szállítmány), forgalomtechnikai „viselkedés” (pl. valamely szabály megtartása, vezetési szokás stb.).

Ezen jellemzőkre vonatkozó vizsgálatoknál is ügyelni kell arra, hogy megfelelő számú mérés történjék. Itt gyakran a szereplő valószínűségi változók eloszlásai sem ismeretesek.

Sok esetben olyan problémával állunk szemben, amely redukálható sokszor ismétlődő egyszerű alternatívára. Ekkor becslési probléma esetén az 1. táblázat 6. esete, hipotézis-vizsgálat esetén a 2. táblázat 5. esete szerint eljárva lehet eredményhez jutni.

Például ilyen probléma az, hogy valamely úton közlekedő járművek között mennyi a *tehergépkocsik részaránya* [12]. Itt az egyszerű alternatíva az, hogy egy jármű *tgk-e* vagy sem, s az előbbinek valószínűsége a keresett arány.

Tegyük fel, hogy tudjuk, hogy legfeljebb 20% lehet a *tgk-arány* és ezt az arányt $\pm 0,01$ pontossággal kívánjuk ismerni, 90% biztonsággal ($\alpha=0,1$).

Ekkor az 1. táblázat 6. esetének második képletében $u_{\alpha/2}=1,65$, $p=0,2$, $\delta=0,01$;

$$n = \frac{1,65^2 \cdot 0,2 \cdot 0,8}{0,01^2} = 4360$$

Ha csak $\pm 0,02$ pontossággal kívánjuk ismerni a *tgk-arányt*, akkor $\delta=0,02$, a többi adat változatlan és a minta negyedére csökken:

$$n = \frac{1,65^2 \cdot 0,2 \cdot 0,8}{0,02^2} = 1090$$

Ha viszont nem tudjuk előre, hogy mekkora lehet a *tgk-k aránya*, akkor a közelítő képletet kell használni és ezzel $\delta=0,02$ esetben:

$$n' = \frac{1,65^2}{4 \cdot 0,02^2} = 1700$$

3.2 A csomóponti mozgásokat jellemző adatok

A csomóponttervezés számára nélkülözhetetlen annak ismerete, hogy a forgalom milyen útvonalakat vesz igénybe a csomópont területén (áthaladók, jobbra, illetve balra kanyarodók mennyisége).

A kérdés úgy fogalmazható, hogy a csomópont mindegyik bejáratánál haladó járművekből kell megállapítani, hogy milyen arányban rendelkeznek az „egyenes áthaladás” vagy a „kanyarodás” jellemzőivel.

Feltehetjük, hogy adott rövidebb időszakban (pl. délelőtt vagy délután) a járműáramlatban véletlenszerűen oszlanak meg az egyenesen, illetve kanyarodással haladók. Így a részarány megbízható, elég pontos megbecsülésére a 2. táblázat 6. és 7. esetében leírt módon megállapítható mintanagyság szükséges. Nagy („végtelennek tekinthető”) alapsokaság esetén a 6. eset két képlete, kisebb alapsokaság esetén a 7. eset szerinti pontosabb képlet használható.

Ha például valamely csomóponton $N=1000$ jármű halad át egy bizonyos időszakban és ezen alapsokaságból akarjuk megállapítani $\delta = \pm 0,05$ pontossággal és 90% biztonsággal ($\alpha/2 = 0,05$) a befordulók p arányát, akkor:

ha p -ről előre nem tudunk semmit, a legkedvezőtlenebb $p_0 = 0,5$ eset feltevésével a 6. eset közelítő képletével (végtelen alaphalmaz, $N = \infty$) a mintanagyság:

$$n' = \frac{u_{\alpha/2}^2}{4\delta^2} = \frac{1,645^2}{4 \cdot 0,05^2} = 270,$$

azaz 27%-os minta kell.

Ugyanezt, de a 7. eset képletével, $N=1000$ figyelembevételével számolva:

$$n = \frac{1,645^2 \cdot 1000 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5)}{1,645^2 \cdot 0,5 \cdot (1 - 0,5) + (1000 - 1) \cdot 0,05^2} = 213,$$

azaz 21,3%-os minta adódik.

Ha viszont az áthaladó járművek száma csak $N=100$, a többi feltevés és a jellemzők értéke változatlan, a 7. esetbeli képlettel $n=73,2$, azaz 74%-os minta adódik.

Ha a fenti számításokat a befordulók arányára $p=0,30$ feltételezés mellett ismétljük meg, akkor $N = \infty$ feltevésével a 6. eset szerint $n=227$

$N = 1000$ esetén a 7. eset szerint $n=185$ (18,5 százalékos minta)

$N = 100$ esetén a 7. eset szerint $n=69,6$ (70 százalékos minta) adódik.

3.3 Forgalomáramlási adatok

Egy településen belüli úticél-megoszlás vizsgálatánál a probléma a csomóponti mozgások (l. 3.2. pont) analógiáját képezi. A település mindegyik bejáratánál behaladó, illetve mindegyik körzetéből kiinduló járművekről kell megállapítani, hogy milyen arányban rendelkeznek az „adott körzetbe menetel”, vagy „adott kijáraton távozás” jellemzőkkel. Egy kiindulópontot tekintve az, hogy az innen induló valamely jármű adott relációba tartozik-e vagy sem, egyszerű alternatíva. Az ezen relációba tartozó járművek részarányának megbízható, elég pontos megbecsülésére az 1. táblázat 6. és 7. esetében leírt módon megállapítható mintanagyság szükséges.

A 3.2 pontban bemutatott példasorozat ebben az esetben is értelmezhető. Itt N valamely körzet-

ből kiinduló, (illetve valamely kijáraton behaladó) járművek számát jelenti és most ezek közül az egy adott relációban haladó járművek részarányának megállapításához szükséges mintanagyságot keressük.

A példasorozatból is látható: előfordulhat, hogy nem mindenhol alkalmazunk azonos minta %-ot (kiválasztási arányt). A nagyobb forgalmú körzetekben (bejáratoknál) kisebb kiválasztási arány szükséges, mint a kisforgalmúaknál. Ez az elv helyszíni kikérdezés esetén könnyebbséget jelent oly értelemben, hogy a nagyforgalmú számlálóhelyen %-osan kevesebb járművet kell megállítani és így a forgalom is kisebb hátráltatást szenved. A kisforgalmú helyeken pedig könnyű a teljes(ebb) körű kikérdezést végrehajtani.

Levelezőlapos kikérdezés esetén figyelemmel kell lenni a mintanagyság megállapításánál arra, hogy a levelezőlapok visszaküldési aránya 30–40% szokott lenni. Ez azt jelenti, hogy a levelezőlapok teljes körű kiosztása (szétküldése) esetén is eleve csak 30–40%-os mintánk lesz.

Megemlítjük, hogy a városi célforgalmi vizsgálatoknál szükséges mintanagysággal kapcsolatban az UKI 1958. VI. 10-én 6–20^b között Miskolcon végzett kísérletet [13]. Itt 14 óra alatt 1000 jármű útvonalát vették fel. Megállapították, hogy az esetben, ha a teljes számlálásból kivéve

a minta 10–20%-os volt, a főirányokat $\pm 10\%$ pontossággal

a minta 30%-os volt, a főirányokat $\pm 5\%$ pontossággal lehet megkapni. A kisebb jelentőségű irányokban nagyobb eltérések adódtak.

Az 1. táblázat 6. és 7. esetének képletei a fentiek-nél kissé nagyobb kiválasztási arányra vezetnek:

A p részarány $\pm 10\%$ pontossága azt jelenti, hogy $p=0,50$ -nél $\delta = \pm 0,05$ és $p=0,30$ -nál $\delta = \pm 0,03$.

Az előző pont második példájában $N=1000$, $p=0,50$, $\delta = \pm 0,05$ esetén a 7. eset képletével 21,3% kiválasztási arány volt szükséges 90%-os biztonság eléréséhez.

Ugyanezzel a képlettel viszont a fenti körülmények, de $p=0,30$, $\delta = \pm 0,03$ esetén 90% biztonság mellett 38,8%-os kiválasztási arány; 80% biztonság ($\alpha/2 = 0,10$, $u_{\alpha/2} = 1,282$) mellett is 27,8%-os kiválasztási arány adódik. (Ez arra vezethető vissza, hogy a megengedett eltérés csökkenése igen erősen növeli a szükséges mintanagyságot.)

Megjegyezzük, hogy fentiek kisebb település-csoport (agglomeráció) esetére is átvihetők. Az országos célforgalmi felvétel mintanagyságára vonatkozó megfontolásokat a *Közlekedéstudományi Szemlében Wellnerné—Koren—Biró* cikke ismertette [6].

Mindig szem előtt kell azonban tartani, hogy az ismertetett képletek csak akkor adnak helyes eredményt, ha tényleg valószínűségi változókról van szó, amelyeknek eloszlása valóban megfelel az általunk feltételezettnek. Ezek ellenőrzését illetően utalunk [1]-re és [2]-re. Végeterül hangsúlyozni kívánjuk, hogy cikkünkben csak a legfontosabb problémákra térhettünk ki. Hasonló gondolatmeggel más kérdések is megoldhatók.

A fontosabb jelölések:

$P(\dots)$	a zárójelbe tett kifejezés (esemény) valószínűsége
$P(A B)$	az esemény valószínűsége B feltétel fennállása után
$E(\dots)$	a zárójelben levő valószínűségi változó várható értéke
μ	normális eloszlás várható értéke
σ	normális eloszlás szórása
\bar{x}	mért x -értékek átlaga
u_B	a standard normális eloszlás B ordinátaértékéhez tartozó abszcissza értéke
$t_{A,B}$	az A szabadságfokú Student-féle t -eloszlás B ordinátájához tartozó abszcissza értéke
$\chi^2_{A,B}$	az A szabadságfokú khi-négyzet-eloszlás B ordinátájához tartozó abszcissza értéke
p	binomiális eloszlás paramétere
λ	exponenciális eloszlás paramétere
t (index nélkül)	próbastatisztika
n és n'	mintanagyság
δ	1. táblázatban kétoldali konfidencia-intervallum félszélessége vagy egyoldali konf.-intervallum szélessége 2. táblázatban: a nullhipotézisbeli és az adott valószínűségi másod-

fajú hiba melletti alternatív hipotézisbeli valószínűségi változó-érték különbsége

IRODALOM

- [1] Vincze István: Matematikai statisztika ipari alkalmazásokkal. Bp. 1968. Műszaki Könyvkiadó.
- [2] Prékopa András: Valószínűségelmélet műszaki alkalmazásokkal. Bp. 1962. Műszaki Könyvkiadó.
- [3] Arthur E. Mace: Sample Size Determination. New York, 1964. Reinhold Publ. Corp.
- [4] C. A. O'Flaherty—R. D. Coombe: Estimating speed sample sizes, Traffic Engineering & Control, 1971. aug.-i. sz. 151—153. p.
- [5] Universität Karlsruhe, Lehrstuhl für Verkehrswesen: Umdruck (előadás segédlet), 1971.
- [6] Wellner Péterné—Koven Csaba—Bíró Mihály: Az 1973—74. évi országos közúti célforgalmi számlálás, Közlekedéstudományi Szemle, 1974. évi 4. sz.
- [7] N. L. Johnson—F. C. Leone: Statistics and Experimental Design, Wiley, 1964.
- [8] Thomas Murányi: Zeitgemässe Anwendung der „Sampling-Methode“ (Stichproben-Methode bei Verkehrszählungen), Strasse und Autobahn, 1956. évi 6. sz. 191—196. p.
- [9] KÖTUKI Forgalomlemező Osztály: Országos közúti forgalomszámlálás 1970. Bp. 1972. KÖZDOK.
- [10] Márjai Tibor: Az 1955/56. évi országos közúti forgalomszámlálás, Közlekedéstudományi Szemle, 1958. évi 7—8. sz. 321—328. p.
- [11] J. D. G. F. Howe: A review of rural traffic counting methods in developing countries. Road Research Laboratory; Report LR 427. Crowthorne, Berksh. 1972.
- [12] J. F. Schwar—J. Puy-Huarte: Statistical Methods in Traffic, Engineering, The Ohio State University, Columbus, Ohio, 1967.
- [13] Márjai Tibor: Az interjúmódszer alkalmazása városi célforgalmi vizsgálatoknál, Közlekedéstudományi Szemle, 1958. évi 10—11. sz. 461—468. p.

Lapunk példányonként megvásárolható:

az V., Váci utca 10. és az

V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. sz. alatti

hírlapboltokban

A vasúti pálya és a jármű kölcsönhatásának rendszerszemléletű vizsgálata

DESTÉK MIKLÓS

A szakirodalom igen régóta foglalkozik a vasúti járművek futás jóságának és futás biztonságának kérdéseivel, és hasonlóan sok tanulmány tárgyalja a vasúti pályák különféle tulajdonságait is. Az utolsó években szaporodnak azon közlemények, amelyek a pályát és járművet már *együttesen* vizsgálják, és a kétségtelenül létező kölcsönhatásokat igyekeznek változatos szempontok szerint tisztázni.

A tapasztalat azt mutatja, hogy a sok eredmény ellenére még mindig messze van a megoldás, — megoldáson egy olyan *elméletet* értve, mely alkalmas *gyakorlati* következtetések levonására, tehát közvetlen gyakorlati felhasználásra is. Ezen tanulmány néhány olyan szempontot, összefüggést kíván ismertetni, amely idáig ilyen tárgyalásmódban nem nagyon szerepelt.

A jármű és a pálya között igen sokféle „kölcsönhatás” létezik: valamely pályán gördülő jármű a pálya sok fizikai jellemzőjét változtatja meg pillanatnyilag és maradandóan, de ugyanez mondható a járműre is. A jelen tanulmányban e sok minden közül csak a járművek ún. *futás jóságát* és ún. *futás biztonságát* befolyásoló jelenségekkel foglalkozunk.

Ismeretes, hogy „futás jóság” alatt a vasúti jármű kocsiszekrényének valamilyen kétdimenziós gyorsulás-idő függvényét szokás érteni. Jelen cikk mondanivalója szempontjából közömbös, hogy ez a függvény matematikailag milyen alakú. Ennél jóval kevésbé egyöntetű a „futás biztonság” értelmezése, de meglehetősen pongyola verbális meghatározása valami olyasmi lehet, mint a jármű vágányon-maradásának műszaki követelménye. Számszerű vizsgálatnál szinte mindig a statikus szemlélet uralkodik: azt szokták ellenőrizni, hogy a kerekeknél az oldalirányú terelőerő a függőleges támasztóerőhöz viszonyítva mekkora. A jelen cikk keretein belül, a célnak megfelelően általánosítva „futás biztonság” alatt a kerekek és a sínek közt fellépő — kétdimenziós — erő valamilyen időfüggvényét értjük. Ezen időfüggvény konkrét matematikai alakja nem játszik szerepet.

A jármű- és a pálya-konstruktőröknek közös célja olyan szerkezetek létrehozása, melyek lehetővé teszik a futás jóság optimalizálását, ugyanakkor a futás biztonság feltétlen fenntartását. Munkájukat vezetheti a tehetséges mérnökökre jellemző intuíció, segítségükre lehet a vasutak több mint egy évszázados gyakorlati tapasztalata, de kétségtelen, hogy a sebességek és terhelések állandó növekedése miatt egyre inkább szükséges az összefogott, céltudatos, a természettudományok minden kapcsolódó területét kihasználó tevékenység is.

A futás jóság optimalizálásához nyilvánvalóan két fő dolog szükséges: egyrészt pontosan ismerni kell, hogy a pálya és a jármű milyen fizikai jellemzőitől miként függ a futás jósági mérőszám, más-

részt pontosan ismerni kell azt is, hogy mi az optimalizálás kritériuma, máris utalva arra, hogy a járművek mozgása sokkal inkább sztochasztikus, mint determinisztikus fizikai jelenség.

A futás biztonság feltétlen fenntartásához az előbbivel teljesen analóg két dolog szükséges: ez esetben azt kell matematikai egzakttsággal tudni, hogy a pálya és a jármű mely fizikai jellemzőitől miként függ a futás biztonság számértéke, másrészt azt kell tudni, hogy mi a még megengedhető határ, ismételten és az előbbinél is nagyobb nyomattal utalva a vizsgált jelenség sztochasztikus jellegére.

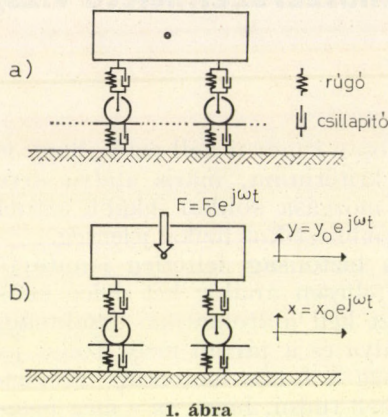
A két-két fő dolog mellett a *gyakorlatban* egy harmadik is elkerülhetetlenül szükséges: kellenek olyan *mérési módszerek*, amelyek elegendő érzékenységgel mutatnak ki minden változást mind a futás jóság, illetve futás biztonság értékében, mind pedig a hozzá képest független változónak tekintendő jármű-, illetve pálya paraméterek értékében. Nyilvánvaló ugyanis, hogy a roppant összetett műszaki feladat közvetlen elméleti megoldásához ma még nem rendelkezünk elegendő adattal és ismerettel, tehát *céltudatos kísérletsorozatra* van szükség. A „kísérlet” pedig, mint olyan, éppen abban különbözik az ötletszerű próbálgatástól, hogy függvényhipotézisekből indul ki, céltudatosan variálja a független változók értékét, és méréssel ellenőrzi, hogy tényleg a hipotetikus hatás következett-e be.

Ismert dolog, hogy maga a *vasúti jármű* soktömegű, sokszabadságfokú csillapított lengő rendszer, hiszen tartalmaz sok mozgási energia tárolót, sok rugalmas visszatérítő szerkezetet és sok csillapító, súrlódó elemet. Ezt a járművet — a cikk tematikáján kívül eső dolgokat elhanyagolva — a csapágytokjainak a mozgása gerjeszti lengésre. Előre bocsátjuk, hogy a „lengés” fogalmát tágan értjük: bele tartozik a tranziens jelenségektől a szinuszos vagy harmonikus lengéseken keresztül a sztochasztikus mozgásokig minden.¹

Kevésbé ismert, de legalább is kevésbé egyöntetű a *vasúti pálya* lengéstani felfogása és szerepe. A jelen tanulmányban magát a pályát szintén lengő rendszernek tekintjük, mégpedig ún. „elosztott paraméterű csillapított rendszernek”, hiszen a hossza mentén mindenütt megtalálható a „tömeg” (a sín és a vele gyakorlatilag mereven kapcsolt szerkezetek), a „rugalmas visszatérítés” (magának a sínszálnak a rugalmassága, a fel- és alépitménynek a rugalmassága) és a „csillapítás” (a szerkezetek elmozdulás közbeni súrlódása).

Nyilvánvalóan feltűnik, hogy idáig nem szerepelt a „kerék” illetve a „kerékpár”. Ennek az a magyarázata, hogy a kerekeket bizonyos vonatkozásban a járműhöz, bizonyos vonatkozásban a pályához tartozónak kell tekinteni, mégpedig más

¹ Ismertnek tekintjük az említett fogalmak fizikai és matematikai definícióit.



1. ábra

és más módon aszerint, hogy éppen milyen konkrét lengéstani vizsgálatot kívánunk végezni. Mindegyre később még visszatérünk.

Eddig külön-külön említettük a járművet és a pályát, most vizsgáljuk a kettőt együtt. Ha a jármű áll a pálya valamelyik helyén, és külső erő nem hat, akkor mind a jármű, mind a pálya mint lengő rendszer nyugalomban van. Ezt a helyzetet vázolja szimbolikusan az 1a ábra.

Külső erővel, pl. feltételezeten a járműszerény súlypontjára ható valamely $F = F_0 e^{j\omega t}$ fazorral jellemzett² szinuszos erőhatással mind a járművet, mind a pályát mozgásba, mégpedig lengő mozgásba lehet hozni. Stacionér állapotban mindkét mozgás szinuszos lesz, a járműszerényé egy $y = y_0 e^{j\omega t}$ fazorral, a sínhez és/vagy a kerék és/vagy a csapágyak mozgása pedig egy $x = x_0 e^{j\omega t}$ fazorral írható le (1b ábra).

Meg kell jegyezni, hogy ω mindenütt az erő, illetve a mozgás — egymással azonos — körfrekvenciáját jelenti, F_0 , y_0 és x_0 pedig a három fazor $t=0$ időpontban elfoglalt helyzetét.

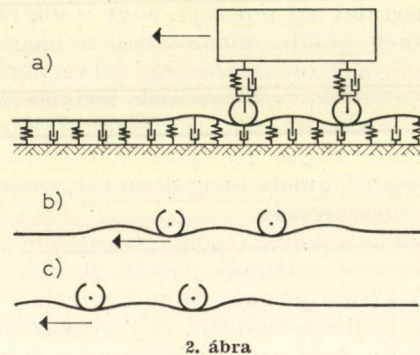
Az erő és a két elmozdulás között tehát a fazorok közti fázisszög jelentkezik. Más szóval: szinuszos erő hatására mind a szerény, mind a sín-kerék-csapágyak komplexum vele azonos frekvenciájú szinuszos mozgást végez, ezen szinuszos azonban egymáshoz képest fázisban eltolódnak. Valamely adott konkrét esetben természetesen kiszámítható az y_0 és x_0 fazor konkrét nagysága és fázishelyzete.

Az 1b ábra érzékelteti, hogy a jármű és a pálya együttes vizsgálatánál — legalábbis a vázolt esetben — a csapágyak, a kerék, a sín (és a vele mereven kapcsolt pályaszerkezetek) egyetlen egységet képeznek, tehát bármelyikük mozgását ugyanaz a függvény írja le. Célszerű tehát — legalábbis a függőleges lengéseknél — a kerekek (kerékpárok) tömegét a pályához (a sínhez) tartozóként kezelni.

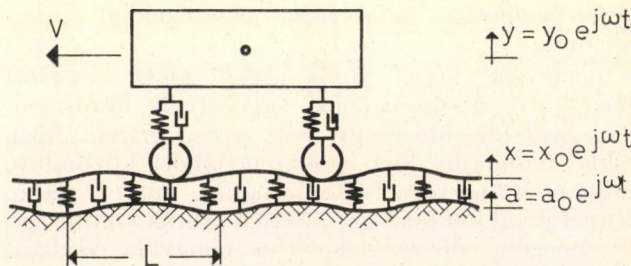
A gondolatmenet következő lépéseként vizsgáljuk meg, mi történik, ha a jármű halad a pályán. Ha feltételezzük, hogy a pálya teljesen homogén, azaz egyrészt a hossza mentén a tömege, rugalmassága és csillapítása mindenütt azonos, másrészt a teherviselő szint vízszintes, akkor belátható, hogy

a kerekek alatt a 2a ábrán látható jellegű rugalmas deformáció jön létre, és ez a deformált alak a 2b és 2c ábra szerint végigkíséri a haladó jármű kerekeit, tehát vele azonos sebességgel halad. Más szóval: a kerekek magassági helyzete a haladás következtében nem változik, lengő mozgás nem jön létre.

Más lesz azonban a helyzet, ha a teherviselő szint hullámos, vagy pedig a pálya nem homogén, ami a 3., illetve 4. szimbolikus ábrán érzékelhető. Az előbbi esetben a kerekek alatt kialakuló rugalmas deformáció szuperponálódik a teherviselő szint hullámosságára, az utóbbi esetben pedig pályahelyről-pályahelyre más lesz a besüllyedés mértéke



2. ábra



3. ábra

és — a csillapítás egyenlőtlensége miatt — a besüllyedés sebessége. Mindkét esetben ugyanaz lesz azonban a végső hatás: a haladó jármű kerekei többé nem azonos magasságban gördülnek végig, hanem emelkednek-süllyednek. Ez pedig, beláthatóan, mind a jármű, mind a pálya — mint lengő rendszer — gerjesztését jelenti.

Az első esetben (3. ábra) feltételezhetjük, hogy a teherviselő szint hullámossága szinuszos, tehát egy $a = a_0 e^{j\omega t}$ alakú függvénnyel fejezhető ki. Ez esetben az ω körfrekvenciát a feltételezett L hullámhosszúságból és v járműsebességéből

$$\omega = \frac{2\pi}{L} \cdot v$$

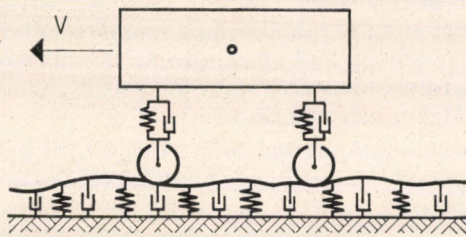
összefüggéssel kell kiszámítani.

A jármű bármelyik, pl. első kerekének mozgása ugyancsak szinuszos lesz. Ha a haladási sebesség végtelenül kicsi, a kerékmozgás párhuzamos lesz a teherviselő szint hullámosságával, növekvő sebesség esetén azonban megváltozik a kerékmozgás amplitudója és fáziseltolódás jelentkezik az alap hullámához képest. Ebből az a jól megfontolandó lényeg, hogy még szinuszalakúan hullámos alapú, egyébként homogén pályán végighaladó egyetlen

² Ismertnek tekintjük a szinuszos függvények forgó vektorral, komplex alakban történő leírását.

kerék (kerékpár) függőleges mozgása is lényegesen eltérő amplitudójú és fázishelyzetű az alap hullámosságához képest, ha a tova-haladás sebessége eltérő. Más szóval: még ennyire idealizált esetben sem lehet beszélni valamely konkrét pálya „alakjáról”, mint önálló fizikai jellemzőjéről, mivel ezen „alak” a rajta éppen végighaladó jármű geometriai felépítésének, fizikai paramétereinek és haladási sebességének meglehetősen érzékeny függvénye.

Jelen tanulmány egyik lényeges megállapítása tehát az, hogy elvben is elhibázott törekvés a vasúti pálya alakjának a járművek fizikai jellemzőitől és sebességétől elvonatkoztatott mérése és értékelése.



4. ábra

A cikk terjedelmén belül nem lehet részletesen foglalkozni a 4. ábrán vázolt esettel, azaz a pálya inhomogenitásával, ezért csak megemlítjük, hogy ez az ún. paraméteres gerjesztés fogalmához kapcsolódik, és nagyságrenddel bonyolultabb probléma az előbbinél. Ugyancsak nincs lehetőség a keresztirányú mozgások analizálására sem, elegendőnek véljük utalni arra, hogy ez annyiban tér el a függőlegestől, hogy a kerékpár és a sínek között hézag van (a nyomcsatorna), tehát a függőleges lengések-nél egyetlen egységként kezelt kerék-sín komplexum itt felbomlik. Keretein belül részben rugalmas, részben ütközéses relatív elmozdulások keletkeznek, amelyek önmagukban is lényegesen függenek a sebességtől, tehát tovább bonyolítják a jelenséget.

Ezen kérdések kényszerű figyelmen kívül hagyása miatt csak azt rögzítjük, hogy a vizsgálatok kiterjesztése és elmélyítése nem kompenzálja előbbi megállapításunk súlyát, hanem egyre nagyobbá teszi.

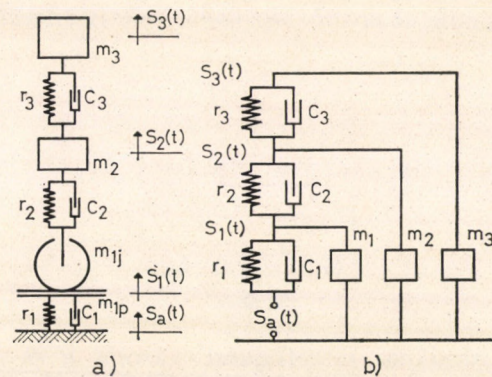
Az eddigiek alapján sokakban felmerülhet a gondolat, hogy ha egyszer tudjuk: mitől mi függ, akkor kövessük pontos matematikai számításokkal a jelenségeket, és így határozzuk meg szintetikusán, ami éppen szükséges. Az elektronikus számítógépek hatalmas térhódítása még realisabbá teszi ezt az elgondolást. Sajnos azonban más a valóság. Kétségtelen, hogy a számítógépek roppant bonyolult lengő rendszerek matematikai modellezését teszik lehetővé, azonban csak akkor, ha valamennyi paramétert számszerűen ismerjük. Ez pedig sem a járműnél, sem a pályánál nincs így. Részletes fejtegetés helyett csak példaként utalunk arra, hogy még egy „közönséges” négytengelyű személykocsi részeinek súlypontját és tehetetlenségi ellipszoidjait is milyen pontatlanul lehet a konstrukciós adataiból kiszámítani, egy pálya nem-lineáris csillapító hatása pedig konstrukciós adatokból meg sem határozható. Mivel egyenként pontatlan

lengéstani alap-adatokból csak még sokkal pontatlanabb eredményekre lehet jutni, belátható, hogy a legkisebb részletekre épített szintetikus módszer csak elméleti vizsgálatokban jelentős, a gyakorlatban pedig valami más, hatékonyabb eljárás szükséges. És így kapcsolódik problémánkhoz a rendszerszemlélet.

Ismeretes, hogy a rendszerelmélet egyike a mostanában még kialakulófélben levő legújabb tudományágaknak. Módszerei még most sem kiforrottak, művelői azonban már régen felismerték és gyakorlatban is értékesítik a belőle fakadó szemléletet. Ennek lényege — a jelen cikk célkitűzésén belül maradván — az, hogy kicsiny részletekkel való minuciózus bajlódás helyett szerkezeteknek, jelenségeknek, folyamatoknak stb. nagy csoportjait tekinti egységnek, és csak azt vizsgálja, hogy hozzájuk képest „külső” hatásokra miként viselkednek. Ezen egységeket nevezzük „rendszereknek”.

A vizsgálatok nagy részénél szükséges, hogy két vagy több rendszer egymásra hatását ismerjük; ekkor a rendszerek között hierarchikus struktúra lép fel. Szokás ilyenkor rendszerről és alrendszereiről beszélni.

Ahhoz, hogy ennek hasznosságát a cikk témája szempontjából beláthassuk, vázoljunk fel egy viszonylag primitív, de vasúti pályához és járműhöz kissé mégis hasonló mechanikai lengőrendszert. Ez az 5a ábrán látható. Úgy képzelhető el, mintha



5. ábra

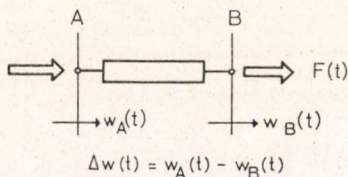
r_1 , c_1 és m_{1p} egy — homogén — pálya rugalmasságát, csillapítását és tömegét jelentené a jármű kerékének a helyén, m_{1j} lenne egy jármű rugózatlan tömege, r_2 és c_2 az alsó rugólépcső rugalmassága és csillapítása, m_2 a forgóváz tömege, r_3 és c_3 a felső rugólépcső rugalmassága és csillapítása, végül m_3 a kocsiszekrény tömege. A teherviselő szint legyen hullámos. Ha tehát feltételezzük, hogy a „jármű” a nyíl irányában halad a homogén pályán, az alapszint hozzá képest valamely $s_a(t)$ időfüggvény szerint mozog (emelkedik és süllyed), tehát mozgással gerjeszti a vázolt lengő rendszert. A gerjesztett rendszer mindegyik tömege (mint mozgási energia tároló) mozogni fog, mégpedig a vázlat jelölései szerint rendre $s_1(t)$, $s_2(t)$ és $s_3(t)$ időfüggvénynek megfelelően. Mozgás közben az egyes lengéstani elemek (tömeg, rugó, csillapító) csat-

lakozási pontjain erő ébred, amely ugyancsak a lengés ütemében, meghatározott $F(t)$ időfüggvények szerint változik.

Az 5b ábrán ugyanezt a lengő rendszert tüntetjük fel más, sokak által nem ismert szimbólikával. Ezen ábrázolási mód érzékelteti, hogy minden rugó, csillapító és tömeg egy-egy „kétpólus”, vagyis olyan passzív szerkezeti elem, mely két csatlakozási ponttal kapcsolódik környezetéhez. Azt is érzékelteti az ábra, hogy a „tömegnek”, mint kétpólusnak az egyik sarka mindig az inercia-rendszerhez kapcsolódik. Végül érzékelteti a vázlat, hogy a „mozgásgerjesztés” ugyancsak az inercia-rendszerhez képest történik.

Ismert dolog, hogy a villamos hálózatok analógiájára a lengéstani elemek „impedanciájáról” is lehet beszélni.

Cikkünk mondanivalója szempontjából nincs jelentősége annak a sajnálatos körülménynek, hogy a nemzetközi szakirodalomban még mindig nem alakult ki egységes terminológia, mert a lényeg az, hogy mindhárom lengéstani elem paraméterének értékéből egyértelműen meg lehet határozni, hogy valamely adott periódikus erő hatására az elem két csatlakozás pontja milyen amplitudójú és fázishelyzetű, ugyancsak periódikus mozgást végez. Ha az erőt és a relatív mozgást (a két végpont mozgásának különbségét) a már ismertetett módon egy-egy fázorral fejezzük ki, az összefüggést egy-egy állandó ω frekvencia esetén egy-egy komplex szám fejezi ki. Ennek abszolút értéke megadja az erő amplitudóját, az argumentuma pedig az erő fázisszögét a relatív mozgáshoz képest.



6. ábra

Az általános összefüggést vázolja a 6. ábra. A fekvő tömb ábrázol egy tetszőleges fajtájú p paraméterű lengéstani elemet, mint kétpólust (pl. rugót), A és B a csatlakozási pontjait („tömeg” esetén az egyik feltétlenül az inercia-rendszer), $w_A(t)$ és $w_B(t)$ a csatlakozási pontok mozgását az inercia rendszerhez képest, $\Delta w(t)$ a csatlakozási pontok relatív mozgását, végül $F(t)$ az elemre ható, a „rajta átfolyó” erőt.

A fenti mennyiségek közt állandósult periódikus mozgás esetén az alábbi összefüggés létezik:

$$F(t) = F_0 e^{j\omega t}$$

$$\Delta w(t) = w_0 e^{j\omega t}$$

figyelembevételével

$$\frac{F(t)}{\Delta w(t)} = \frac{F_0}{\Delta w_0} = Z(\omega) = |Z(\omega)| \cdot e^{j\varphi(\omega)}$$

ahol F_0 és Δw_0 egy-egy fázor, amely meghatározza az erő, illetve a relatív mozgás amplitudóját és

fázishelyzetét $t=0$ időpontban. A $Z(\omega)$ tehát az ω körfrekvencia változása esetén annak komplex függvénye. Jelentősége igen nagy, mert közvetlenül megadja, hogy valamely tetszőleges ω frekvencia esetén mekkora lesz az azonos relatív mozgáshoz tartozó periódikus erő (és fordítva), és mekkora lesz az erő és a mozgás közti fázistolódás.

Az eddigiekben — természetesen szándékosan — a műszakilag nem egyértelmű „mozgás” kifejezést használtuk. Erre az általános érvény hangsúlyozása miatt volt szükség, mivel a leírtak egyaránt érvényesek a mozgás gyorsulására, sebességére, és elmozdulására, a különbség mindössze csak annyi, hogy a $Z(\omega)$ komplex függvény dimenziója lesz más és más (pl. „sebesség” esetén kp s/m), továbbá a lengéstani elem paraméterének számértékéből másképp és másképp kell kiszámítani.³ A cikk keretein belül a teljes tárgyalás nem lehetséges, ezért csak példával lehet megvilágítani:

r_1 rugóállandójú rugó, mint lengéstani kétpólus és erő-gyorsulás összefüggés keresése esetén a komplex függvény:

$$Z(\omega) = -\frac{r_1}{\omega^2}$$

alakú. Ez annyit jelent, hogy a periódikus erő és a relatív gyorsulás ellenfázisban van egymáshoz képest.

Vagy c_1 csillapítási jellemzőjű lengéscsillapító és erő-út összefüggés keresése esetén a komplex függvény:

$$Z(\omega) = j\omega c_1$$

alakú, vagyis a periódikus erő 90° -kal siet a relatív elmozduláshoz képest.⁴

A már említett villamos analógia alapján belátható, de természetesen bizonyítható is, hogy egymással párhuzamosan kapcsolt elemek eredő $Z(\omega)$ függvénye az egyes elemek $Z(\omega)$ függvényeinek összege, sorba kapcsolt elemek eredő $Z(\omega)$ függvényének reciproka pedig az elemek $Z(\omega)$ függvényei reciprokaiknak összege. Párhuzamosan és sorba kapcsolt elemekből felépített tetszőleges lengő rendszer eredő $Z(\omega)$ függvénye tehát a komplex aritmetika algoritmusaival elemről elemre haladva kiszámítható. Az eredő általában mindig valódi komplex függvénye ω -nak, azonban a rendszer bonyolultságától függően a független változó különböző hatványait tartalmazza.

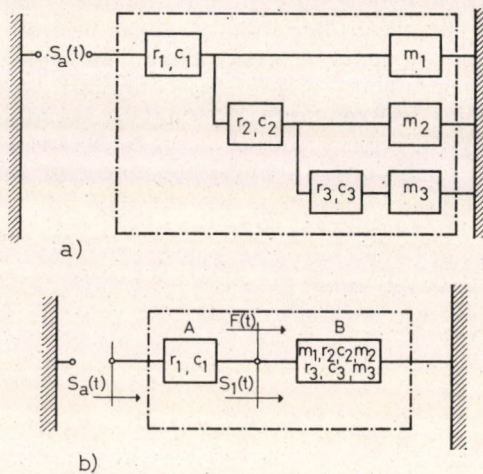
Ezek vázlatos ismertetése után tegyük fel, hogy célunk az 5a ábrán vázolt rendszeren belül a kerék

³ A cikkben szándékosan használjuk a „ $Z(\omega)$ komplex függvény” kifejezést. Ennek az a magyarázata, hogy eléggé új szakterületről lévén szó, a világ szakirodalmában ellentmondó elnevezések találhatók. Így pl. szokás „mechanikai impedanciának” nevezni a komplex erő és sebesség hányadosát, és „mobilitásnak” ennek reciprokát, de máshol a sebesség és erő hányadosát, tehát éppen az előbbi reciprokát értik „impedancia” alatt. Jelen cikknek nem lévén célja a gyakorlatban előforduló 9 féle komplex függvény (és azok reciprokának) elnevezései közt rendet teremteni, az általános érvényt hangsúlyozzuk az egységes $Z(\omega)$ jelöléssel.

⁴ Ismertnek tételezzük fel, hogy a j hatványaival való szorzás a komplex tárgyalásmódban miért és mekkora forgatásnak felel meg.

(és sín) periódikus mozgásának és a kerék és sín közt keletkező erőnek a meghatározása az ismertnek feltételezett $s_a(t)$ periódikus gerjesztő elmozdulásból. A sín tömegét a kerékhez képest hanyagoljuk el. Célszerű a rendszer képét „vízszintesre” forgatni, és a 7a ábra szerint ábrázolni. Itt az egyes tömbökbe írt jelek mutatják, hogy mely elemek ekvivalens lengéstani eredőjét reprezentálják. A teljes rendszer határvonalát eredményvonal jelöli.

Ezután tovább kell egyszerűsíteni a rendszert a párhuzamos és a sorbakapcsolás szabályainak iteratív használatával. Így eljutunk a 7b ábrához, amelyen látható, hogy a „kivülről” $s_a(t)$ elmozdulással gerjesztett teljes rendszer (eredményvonal) már csak két alrendszerre tagolódik, és a két alrendszer közt működik az az $F(t)$ erő, melyet keresünk.



7. ábra

Először meg kell határozni a két alrendszert összekötő szerkezet $s_1(t)$ elmozdulását az inercia-rendszerhez képest. Bizonyítható, de a villamos analógia alapján be is látható, hogy a két alrendszer „feszültségosztóhoz” hasonlóan működik, az $s_1(t)$ elmozdulás tehát úgy aránylik az $s_a(t)$ -hez, mint a „baloldali”, A -val jelölt tömb $Z(\omega)$ függvénye aránylik a két tömb (A és B) $Z(\omega)$ függvényeinek összegéhez. A kerék keresett elmozdulása tehát

$$s_1(t) = \frac{Z_A(\omega)}{Z_A(\omega) + Z_B(\omega)} \cdot s_a(t)$$

A keresett erőt ezen $s_1(t)$ elmozdulásból közvetlenül megkapjuk a már ismertetett összefüggés alapján:

$$F(t) = Z_B(\omega) \cdot s_a(t)$$

kihasználva azt, hogy a B alrendszer „jobboldali” csatlakozási pontja mozdulatlan, az $s_1(t)$ elmozdulás tehát azonos a B alrendszer $\Delta s_1(t)$ relatív elmozdulásával.

A leírtakból és a példából mindenekelőtt fel kell ismerni, hogy a legbonyolultabb lengő rendszer is felbontható olyan célszerűen elhatárolt alrendszerekre, melyeknek csatlakozási pontjai éppen

azok a szerkezeti elemek, melyekben a lengés közben keletkező erőt kívánjuk meghatározni, vagy melyeknek a lengő mozgását (akár út, akár sebesség, akár gyorsulás) kívánjuk megismerni.

Fel kell ismerni azt is, hogy a lengő rendszerek bármely két pontjának mozgása között komplex függvényekkel kifejezhető egyértelmű összefüggés van, ez az összefüggés pedig csak a rendszer elemeinek paramétereitől függ, tehát rendszerjellemező állandó függvény. Ez a felismerés kísérleti lehetőséget is biztosít, hiszen belátható, hogy ha valamely célszerűen szervezett kísérlettel meghatározzuk pl. valamelyik csapágytok és a kocsiszekrény valamelyik pontja közti átviteli komplex függvényt, akkor ezen csapágytok bármilyen periódikus⁵ mozgásából is meg lehet határozni az adott kocsiszekrény-pont mozgás-függvényeit.⁶

Egyetlen ilyen kísérlet elvégzése után már ún. „fekete doboznak” lehet tekinteni a számunkra érdekes 2 pont közti teljes rendszert, nem kell törődnünk számszerűen amúgy is megfoghatatlan belső viselkedésével, hiszen a rendszer bemenete és kimenete közti összefüggést egy mindig állandó és viszonylag egyszerű rendszerjellemező függvény írja le.

Fel kell ismerni azt is, hogy a vasúti pálya nem több az egyik alrendszerrel, a lengéstani szempontból vett „minőségéről” tehát beszélni sem lehet a rajta üzemszerűen közlekedő járművek halmazának és ezen járművek üzemi sebesség halmazának egyidejű ismerete, illetve megadása nélkül. Csekély fáradságot igénylő átgondolással is belátható, hogy a példánkban szereplő kerék-elmozdulás és kerék-sín közti erő lényegesen függ a B -vel jelölt alrendszer paramétereitől, hiszen lehet, hogy azonos sebességgel végighaladó egyik jármű eredő $Z(\omega)$ függvénye a mozgás és/vagy az erő amplitudóját egészen kicsire zsugorítja, míg egy másik jármű eredő $Z(\omega)$ függvénye éppen azon a helyen akkora rezonanciális csúcsot tartalmaz, hogy akár még kisiklásra is vezető elmozdulásokat és erőket produkál.

Végül azt is fel kell ismerni, hogy az ún. fekszint geometriai alakjának a mérése a járművek mozgásdinamikájának, tehát futás jószágának és futás biztonságának szempontjából gyakorlatilag értelmetlen és haszontalan munka, mivel a sínszálaknak a kerékkel érintkező felülete nem más, mint egy bonyolult lengő rendszer (pálya és jármű) egyik belső pontja, vagyis egyenértékűen fontos alrendszerek közé eső része. A geometriai alak tehát sem külön a pályának, sem külön a járműnek nem rendszerjellemező függvénye.⁷

⁵ Valójában nincs korlátozva csak periódikus függvényekre. A Laplace- és a Fourier-transzformáció teljesen analóg módon lehetővé teszi tranziens és sztochasztikus mozgások vizsgálatát is.

⁶ Hallgatónlag feltételezzük a rendszer lineáritását, mivel a cikk terjedelmébe nem fér ennél több. Megjegyezzük azonban, hogy a nemlineáris rendszerek is jól leírhatók lineáris modellekkel, az üzemi mozgástartományon belül.

⁷ Ez természetesen nem jelenti azt, hogy az alak-mérésnek nincs egyéb területen haszna, ez azonban kívül esik a cikk tematikáján.

Szükséges rámutatni arra is, hogy a világszerte szokásos *pálya-alak mérő módszerek*, amelyek egy-egy letapintó húrhoz képest mérik egy harmadik tapogatóval a húrmagasságot, a fentiekben vázolt *elvi hiba* mellett még további *gyakorlati bajokat* is okoznak, ugyanis ismert és elég primitív matematikai módszerrel bizonyítható, hogy periódikus hibákat a hullámhossz függvényében alaposan eltorzítanak. A szimmetrikus tapogató rendszerek bizonyos hullámhosszúságú hibákat a regisztrátumban teljesen eltüntetnek, másokat akár kétszeres amplitudóra növelnek, az aszimmetrikusok pedig még lényeges fázistolást is okoznak a hullámhossz függvényében. Mindkettő azt eredményezi — többek közt — hogy Fourier-sorral leírható harmónikus vagy éppen sztochasztikus jellegű pályaalakot felismerhetetlenségig eltorzítanak, tehát képesek „nagy” hibát mutatni ott, ahol semmi sincs, és képesek hibamentességet mutatni ott, hol akár járművek kisiklására is vezető jelentős pályahibák vannak.

Véleményünk szerint nem halasztható tovább a régi módszerek mellett a jelen tanulmány szellemében kialakított újak bevezetése, a mai természettudományos ismeretek figyelembe vételével. A legkedvezőbb *gyakorlati módszer* kikísérletezéséhez még valószínűleg sok idő telik el, azonban már ma is be kell látni, hogy a pálya lengéstani, vagy ami lényegében ekvivalens: mozgásdinamikai szempontból vett minősége csak a rajta valamennyi

üzemi sebességgel közlekedtetett valamennyi típusú járműre vonatkoztatva értelmezhető. A kísérletnek *először* arra kell irányulni, hogy felkussassák azt az „*etalon járművet*”, amely a futás biztonság szempontjából a „legveszélyesebb” helyzetet reprezentálja, hiszen a gyakorlatban nem képzelhető el, hogy valamennyi pályát valamennyi járművel végigmérjék. A legcélravezetőbb egy állítható tömegű, terhelésű és terelő erejű mérőkerékpár alkalmazása, mivel ez szolgáltathat minden szükséges műszaki jellemzőt; amit egy „valóságos kocsi bonyolult lengő rendszerének elkerülhetetlenül nagy zavaró hatása nélkül.

A kísérleteknek *másodsorban* azt kell tisztáznunk, hogy az eddig megszokott alak-mérések helyett minek milyen fizikai jellemzőjét kell mérni. Változatosak a lehetőségek, véleményünk szerint azonban a legkézenfekvőbb a mérésre használt jármű vagy a mérőkerékpár csapágytokjának *gyorsulás-mérése*, mivel egyrészt a mai mérés technikai módszerek mellett a gyorsulást nullától kezdődő igen széles frekvencia-tartományban torzítatlanul lehet mérni, regisztrálni és — a mérés során vagy utólag — villamosan feldolgozni, másrészt a gyorsulás-mérés ekvivalens a gyakorlatban természetesen megvalósíthatatlan „végtelenül rövid” mérőhúrral történő alak-méréssel, tehát eleve kiküszöböli az eddig használt alak-mérő rendszerek amplitudó és fázis-torzítását.

Könyvszemle

Újabb vasútmodellezési kiadványok

A Magyar Vasútmodellezők és Vasútbarátok Országos Egyesülete népszerű szakmai füzetek sorozatában újabb kiadványok jelentek meg.

A „Vasútmodellezés” sorozatban:

7. sz. füzet

Szédeczky-Kardos György: Terepasztalok építése (Bp. 1972. 52 p. ára fűzve 7,50 Ft). A füzet először a téma és kivitel megválasztásával, majd a terepasztal tervezésével és készítésével foglalkozik.

8. sz. füzet

Modellvasút ABC a képernyőn (Bp. 1972. 48 p. ára fűzve 6,— Ft.) A füzet a Triál Sport-, Hangszer és Já-

tékáru Nagykereskedelmi Vállalat ötrészes televíziós filmjének anyagát foglalja össze.

A „Vasutak Világa” sorozatban:

4. sz. füzet

Kócziánné Szentpéteri Erzsébet—Koltai Mariann: Az utasellátás története (Bp. 1973. 64 p. ára fűzve 10,— Ft.) A kiadvány a gördülő szállodák és a pályavendéglők fejlődését mutatja be.

5. sz. füzet

Medveczki Ágnes: A kocogó omnibusz, a száguldó villamos és a többiek... (Bp. 1973. 64 p. ára fűzve 10,— Ft.) A kis kötet a budapesti forgalom rendjének és biztonságának fejlődését dolgozza fel.

NEMZETKÖZI SZEMLE

A Repülőterek IV. Világkonferenciája Londonban

KELETI IMRE

A konferenciát a 80-as évek repülőterével szemben támasztott követelmények megvitatásának jegyében tartották 1973. április 3. és 5. között Londonban.

Szervezését az angol Általános Mérnökök Intézete vállalta a Brit Építészek Királyi Intézete, a Királyi Repülési Társaság, a Szállítási Intézet, a Brit Repülőterei Igazgatóság, a Királyi Várostervezők Intézete, a Repülőtér Tulajdonosok Egyesülete és az Amerikai Általános Mérnökök Társasága támogatásával.

A konferencián 31 országból 568 szakember vett részt. Ünnepélyes megnyitáson R. G. HETHERINGTON, az Angol Általános Mérnökök Intézete elnökének üdvözlő szavai után a megnyitó beszédet a M.R.D. HESSELTINE, a brit légügyi és hajózási miniszter tartotta.

A konferencia munkaüléseinek az alábbi 9 témacsoporttal foglalkozott:

1. A jövő szállítási rendszereinek általános áttekintése.
 - 1.1. A szállítás általános fejlődési trendje 1980—1990-ig.
 - 1.2. A légi szállítással szemben támasztott követelmények 1980—1990-ig.
2. A polgári szállító repülőgépek ma és holnap.
 - 2.1 CTOL (Conventional take-off and landing) — Hagyományos fel- és leszállás.
 - 2.2 SST. — (Super Sonic Transport) — Szuperszónikus szállítás.
 - 2.3 STOL — (Short take-off and landing) — Rövid felszállás és leszállás.
 - 2.4 VSTOL (Vertical and Short take-off and landing) — Függőleges, valamint rövid fel- és leszállás.
3. A légi szállítás fejlődése a repülőgépek változásának tükrében.
 - 3.1 A technológiai fejlődés hatása a nemzetközi légiszállításra.
 - 3.2. Változások az európai légiszállításban.
4. Az utas- és csomagmozgások.
 - 4.1. Repülőtér terminálok tervezése.
 - 4.2. Csomagkezelési módszerek.
 - 4.3. Repülőterek megközelítési módjai szárazföldi közlekedési rendszerekkel.
5. Légi áruszállítás.
 - 5.1. Légi darabáru kezelése.
 - 5.2. A 80-as évek légi darabáru termináljai.
6. A fő nemzetközi repülőterek tervezése, különös tekintettel a Maplin Repülőtérre, London javasolt harmadik repülőterére.
 - 6.1. A feladat.
 - 6.2. A tervezés, a telepítés kérdései.
 - 6.3. Az üzemeltetés kérdései.

6.4. Az igazgatás kérdései.

7. A repülőterek társadalmi és gazdasági következményei.
 - 7.1. Zajhatás — technikai szempontból.
 - 7.2. Zajhatás — társadalmi szempontból.
 - 7.3. A repülőterek fejlesztésének gazdasági problémái.
8. A repülőterek elhelyezkedése a teljes természeti, emberi környezetben.
 - 8.1. A fő repülőterek telepítésének követelményei.
 - 8.2. A helyi tervező szervek és hatóságok szerepe a repülőterek telepítésével és fejlődésével kapcsolatban.
9. A központi kormányzati szervek szerepe a repülőterek tervezésében és telepítésében — különbségek, egyezőségek.
 - 9.1. Amerikai Egyesült Államok.
 - 9.2. Franciaország.
 - 9.3. Egyesült Királyság.

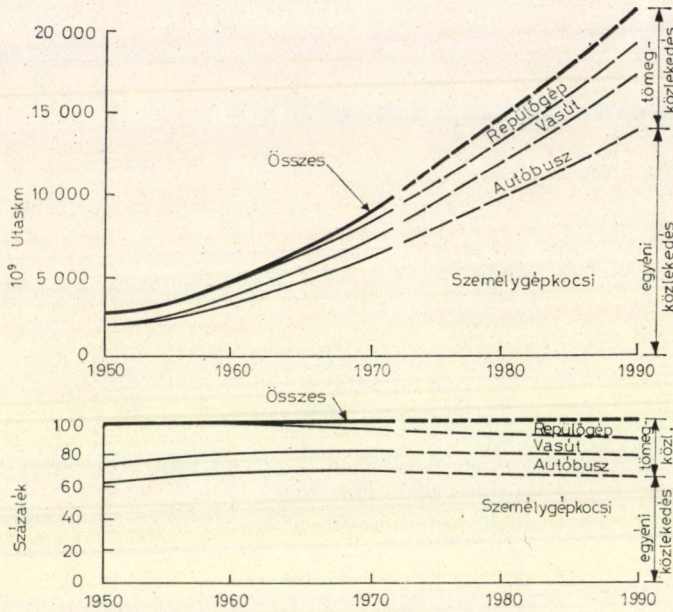
Mint látható, a konferencia a légi szállításon, a repülőtereken, a repülőterek üzemeltetési kérdésein keresztül igen széles területet ölelt fel. A meg tárgyalt témák alapján nem születtek ajánlások.

A konferencia célja elsősorban a nyugat-európai és amerikai repülőtér-üzemeltetőknek, a repülőterétársaságoknak, a repülőgépgyártóknak, a légiszállítási szervezeteknek a nemzetközi repülési szervezeteken kívüli, kötetlen eszmecseréje volt a 80-as évek érdekfeszítő problémáiról.

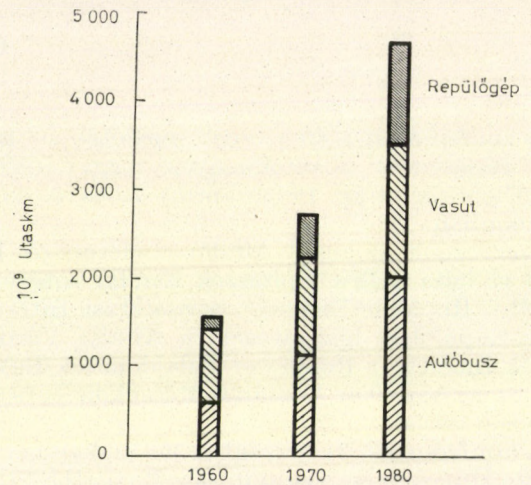
A kongresszus alaphangját az első szekció adta meg, amelyen megfogalmazódtak azok az általános követelmények, amelyek a jelen évtized második felének és a 80-as éveknek légiszállítási teljesítményeit és rendszereit alapvetően befolyásolni fogják.

A különböző szállítási statisztikák elemzéséből és az 1990-ig való megalapozott előrebecslésekből alapvető következtetésként megállapítható, hogy a szállítási tevékenység valószínűleg gyorsabban fog nőni, mint a GNP (Gross National Product). Különösen áll ez a fejlődő országokra. A szállítási módok közül a közúti közlekedés világméretben uralkodóvá válik a személyszállításban és egyre fontosabb szerepe lesz az áruszállításban.

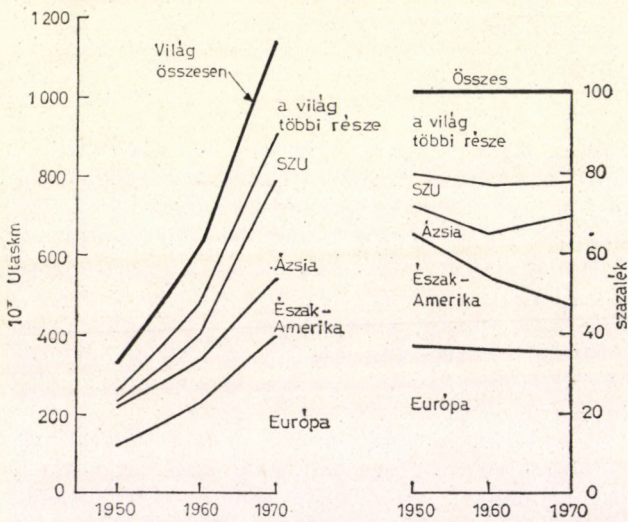
Egy-két ország kivételével a vasúti szállítás lassabban fog fejlődni, mint a GNP. A tengeri szállítás egyenletesen tovább nő, — a szállított tömeg és a szállítási távolságok állandó növekedése fogja jellemezni. A légi szállítás minden más közlekedési módnál gyorsabban fogja növelni szállítási teljesítményeit. A 80-as évekre világméretben uralni fogja a személyszállítást, valamint néhány speciális teherszállítási területet, elsősorban a nagy értékű áruk hosszú távú szállítását.



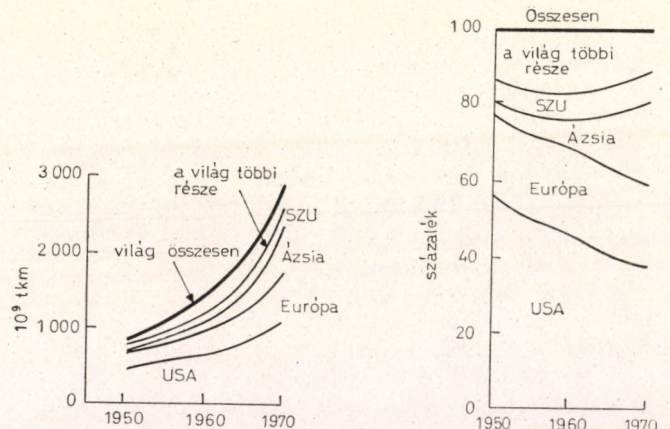
1. ábra. A világ teljes utasforgalma és annak megoszlása a fő közlekedési módok között (kivéve a vízi személyszállítást)



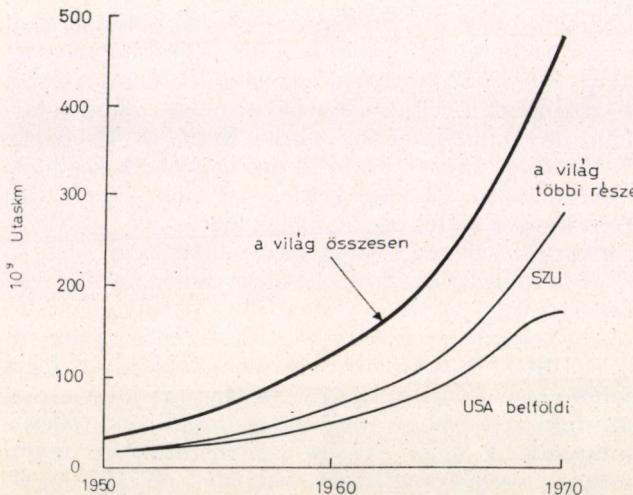
2. ábra. A tömegközlekedés teljesítményei



3. ábra. Autóbuszközlekedés — regionális eloszlás



4. ábra. Vasúti személyszállítás — regionális eloszlás



5. ábra. Légi személyszállítás — polgári menetrendszerű járatok összesen

Ezeket az általános megállapításokat kissé kibővítve, a személyszállítás fejlődésében az alábbi kép vázolható fel:

Az összes szállítási módoknál az utaskilométer teljesítmények folyamatosan növekedni fognak, szorosan igazodva a népesség és a GNP növekedéséhez.

1980-ra a jelenlegi teljesítményeknél 50%-kal, 1990-re jóval több mint 100%-kal nagyobb teljesítmények várhatók.

Az egyéni közlekedésben a személygépkocsi továbbra is uralkodó lesz. A 80-as évektől az összes utasmozgások közel kétharmada ezen a módon fog lebonyolódni. Ugyanakkor az egy gépkocsira eső évenként megtett út lassú csökkenése várható.

A tömegközlekedés az összes személyszállítási teljesítményeknek egyharmadát (de nem többet)

fogja produkálni a vizsgált időszak végén. Ettől a helyi körülmények természetesen eltérhetnek.

A tömegközlekedésen belül az egyes közlekedési ágazatok fejlődése már nagyon különböző lesz, a helyi variációs lehetőségek igen szélesek. 1990 táján az autóbussz közlekedés mintegy 15%-át, a légi közlekedés 11%-át, a vasúti közlekedés — csökkenő tendencia mellett — kevesebb mint 10%-át fogja adni az összes személyszállítási teljesítményeknek.

A közúti közlekedés (személygépkocsi, autóbussz) jelenleg mintegy 80%-át nyújtja az összes személyszállítási teljesítményeknek. Ez az arány nem valószínű, hogy a késői 80-as évek előtt megváltoznék.

Mindezeket a következtetéseket az 1—5. ábrákon látható trendek elemzése tette lehetővé.

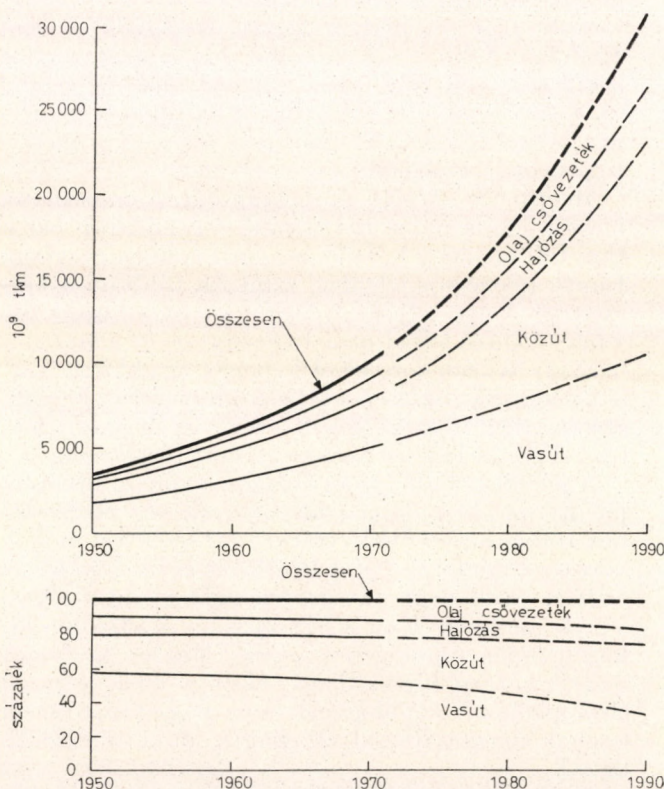
A világméretű elemzést az áruszállítás területére is kiterjesztve, léptékében más kép vázolható fel.

A világ teljes utasszállítási teljesítményét 1970-ben 9×10^{12} utaskm-re becsülték, ami mintegy 6×10^{11} tkm-nek felel meg.

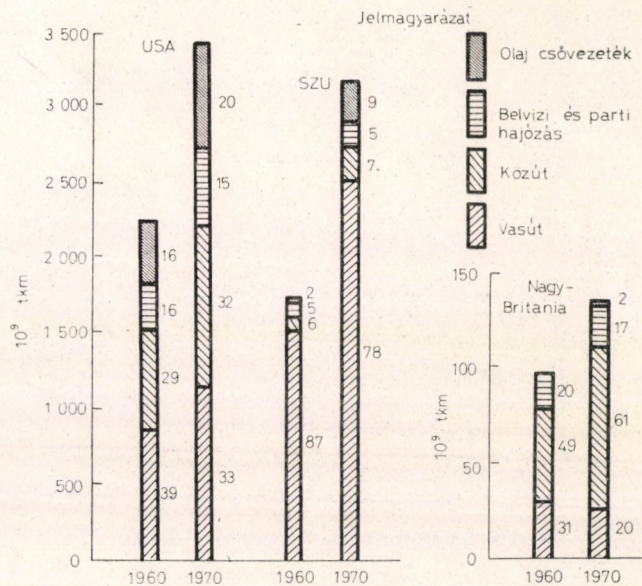
Ugyanebben az évben a világ teljes áruszállítási teljesítménye $2,6 \times 10^{13}$ tkm-re volt tehető. Ennek gyakorlatilag 2/3-a tengeri szállítás volt. A maradék lényegileg közúton és vasúton bonyolódott le.

Bár a légi áruszállítás mind interkontinentális, mind kontinentális méretekben rohamosan fejlődik, teljesítménye nem volt több $1,6 \times 10^{10}$ tkm-nél. Ez a teljesítmény elsősorban a nagyértékű, kényes áruk hosszútávú szállításánál jelentkezett.

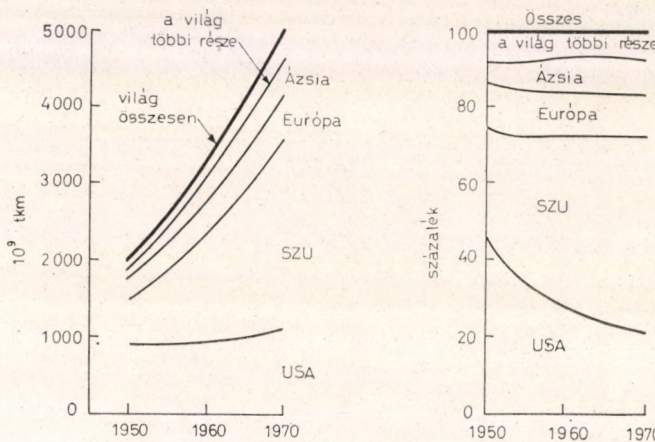
Ezen az általános képen belül az egyes szállítási



6. ábra. A világ kontinentális szárazföldi áruszállítási teljesítményei — a fő szállítási módok közötti megoszlás (a vízi szállítás a belvízi és parti hajózást tartalmazza)



7. ábra. Belföldi felszíni áruszállítás — nemzeti összehasonlítások

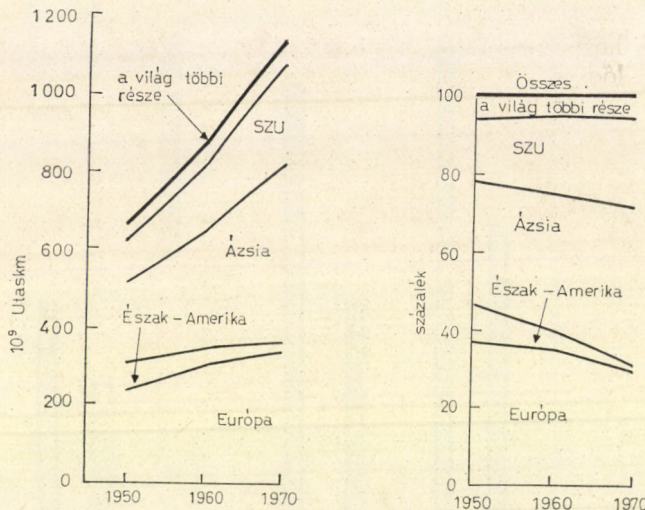


8. ábra. Vasúti áruszállítás — regionális eloszlás

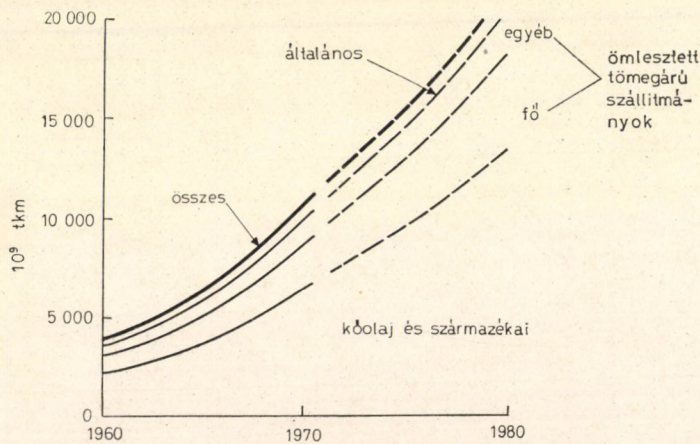
módok helyzete és fejlődési irányai az alábbiak szerint becsülhetők:

A szárazföldi közlekedési ágazatok fejlődését 1950—70 között vizsgálva, világméretekben a vasúti és a közúti áruszállítási teljesítmények évi 6%-os emelkedése volt tapasztalható. Ezen belül a vasút évi 5%-ot, a közút évi 8%-ot fejlődött. Amíg 1950-ben a vasút 58%-ban részesedett az összes teljesítményekből, addig 1970-ben csak 50%-ban. Ugyanezen időszakban a közúti áruszállítási teljesítmények 22%-ról 27%-ra emelkedtek. A vizsgált időszakban a belvízi és csővezetékes szállítás 29%-ot képviselt (1. 6. ábrát). Ezen a világméretű elemzésen belül azonban lényeges különbségek mutatkoznak, ha a nagy gazdasági egységet vizsgáljuk. Igen plasztikusan mutatja a különbségeket az USA és a Szovjetunió adatainak elemzése.

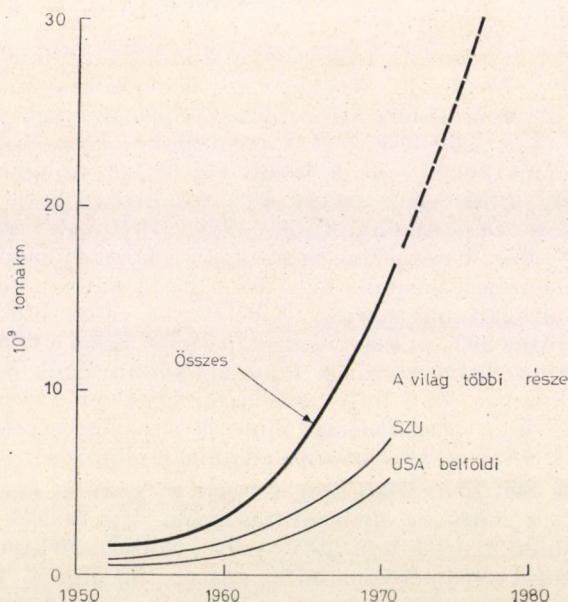
A SZU-ban 1950-ben a vasút 87%-át, a közút 6%-át vitte az áruszállításoknak. Ugyanezek a számok az USA-ban 39% és 29% voltak. 1970-ben a SZU eredményei: 87% vasút, 7% közút. Az USA: 33%, 32%. Amíg a közúti szállítás 1950—70 között Európában lényegileg változatlan telje-



9. ábra. Közúti áruszállítás — regionális eloszlás



10. ábra. A világ mélytengeri áruszállítása



11. ábra. A világ légi áruszállítási teljesítményei (darabáru és posta)

sítményt nyújtott, addig Ázsiában 4%-ról 20%-re emelkedett a részesedése.

A fenti összefüggéseket jól mutatják a 7., 8. és 9. ábrák.

A tengeri áruszállítás a vizsgált időszakban igen erőteljes fejlődést mutatott. Tonnateljesítményei tíz évenként megduplázódtak, megháromszorozódtak a szállítási távolságok. 1970-ben az elszállított összes árumennyiség $2,5 \times 10^9$ t volt. Ez csak 3%-a a szárazföldön vasúton és közúton elszállított árumennyiségnek. Más lesz a kép azonban, ha az átlagos 7000 km-es tengeri szállítási távolságot összehasonlítjuk a 300 km-es vasúti és 50 km-es közúti átlagos szállítási távolságokkal.

Árufajtánként vizsgálva, a tengeren szállított áruk mennyiségének 50%-a olaj, 30%-a ömlesztett tömegárú (érc, szén, gabona). A tengeri szállításra vonatkozó egybehangzó előrebecslések a jelen évtized végéig az elmúlt húsz év növekedési ütemét töretlenül várják (l. a 10. ábrát).

A légi teherszállítás tkm teljesítménye a hatvanas évtizedben minden más áruszállítási módot messze megelőzve, 15%-ot növekedett évente. Ez a fejlődés 1970-től lassuló tendenciát mutat. Helyes képet csak akkor kaphatunk a légi áruszállítás fejlődéséről, ha az árutonnam-ek mellett az elszállított áruk értékét is bevonjuk a vizsgálatba. Jóllehet 1970-ben a légi áruszállítás csak 0,1%-át adta az összes áruszállítási teljesítményeknek, értékben ez sokkal jelentősebb volt. Pl. az angol export-import tevékenység értékének több mint 12%-át tette ki a londoni Heathrow Airport-on át lebonyolított 300 et légiszállítású áru 1970-ben.

A következő évtizedekre szóló előrebecslések eléggé szórtnak. A jelenleg legfrekvenciáltabb északatlanti légi vonalakon egyes becslések szerint 1980-ban több mint 2 millió tonna árut fognak szállítani, ami több mint egynegyedét fogja adni az ezen a vonalon lebonyolódó szállítások értékének. Más becslések ugyanerre az időre 15 millió évi teljesítményt várnak.

Megfontolt elemzések alapján bátran mondható, hogy a légi áruszállítás tovább fog fejlődni, bár a tkm teljesítmény lassabban, mint a 60-as években. Ennek ellenére a jelenlegi szintnek több mint kétszeresét fogja teljesíteni 1980-ban és mintegy ötszörös szintre fog eljutni 1990-ig (l. a 12. ábrát), — még így is csak töredékét képezve az akkorra várható összes áruszállítási teljesítményeknek. Ugyanakkor a légi úton szállított áruk értéke igen jelentős hányada lesz az összes szállított értéknek.

A jelenlegi 1400 km-es átlagos szállítási távolság jelentősen nőni fog, a szállítási sebesség tekintetében rohamosan fejlődő szárazföldi szállítási módok versenye miatt. A légi áruszállítás egyre inkább az értékes áruk nagy távolságra való gyors szállításának módszere lesz, a legteljesebb mértékben kihasználva a repülőgép előnyeit. Minden kockázat nélkül bátran kijelenthető, hogy a 80-as évtized első felében a repülőgépek már nagyobb részben lesznek áruszállítással elfoglalva, mint utasszállítással.

Az általános szállítási képből kiemelve most már csak a légi szállítást, a konferencia további elemzéssel megközelítette és jól kezelhetően behatárolta

a légiszállítással szemben 1980—90 között várhatóan felmerülő követelményeket.

Az ICAO-nak az 1971-et megelőző időszakot felölelő statisztikáiból az alábbiak állapíthatók meg:

Az 1950-ben elszállított 31 millió utas szemben 1971-ben 328 millió utast szállítottak az ICAO-hoz tartozó országok menetrendszerű légi járatai (1. táblázat).

Az évi növekedés 2,3%-tól (1958) 16,5%-ig szórt (1967) A nemzetközi utasok átalában 22—24%-át teszik ki a teljes utasszámnak. Az átlagos utazási távolság 1950-ben 875 km volt, 1971-ben 1245 km.

A légi áruszállítás átlagos évi növekedési indexe 1950—71 között 14%, ezen belül 1961-től évi 17% körül van. Ennek ellenére jelenleg a teljes menetrendszerű tkm szállítási teljesítménynek alig több mint 22%-a a tényleges áruszállítási teljesítmény.

Szoros korreláció állapítható meg a gazdasági fejlettség, a GNP abszolút értéke és növekedési üteme, valamint a légiforgalmi teljesítmények között.

Az iparilag fejlett országok légi személyszállításában már ma is 50—60% a turista forgalom. Ez az arány a 80-as évtizedben a szabadidő növekedésével tovább fog nőni.

Az előbbi kép ellentétjeként választható fel a fejlődő országok várható alacsony részesedése a légi személyszállításban. Ezekben az országokban a demográfiai robbanás gyakorlatilag kiegyenlíti a gazdasági fejlődés magasabb rátáját, korlátozza a fajlagos profit növekedését, ezen keresztül a nemzeti jövedelem növekedését és így végül is a légiforgalom fejlődési ütemét.

Ezt a szabályt csak erősíti pl. India és Brazília, ahol a nagy távolságokkal párosult fejletlen szárazföldi közlekedési hálózat (amely néhol teljesen hiányzik) miatt a közlekedés esetleg egyetlen eszköze a repülőgép. Az elmondottakat mind abszolút értékben, mind arányaiban jól illusztrálja a 2. táblázat.

Az általános közgazdasági tényezőkön kívül néhány más hatás is befolyásolja a légiforgalom fejlődését. Ezek pozitívak és negatívak lehetnek.

A pozitív hatások közül elsőként az urbanizáció rohamos terjedését kell említeni. Több gazdaságkutató intézet véleménye szerint az ezredforduló táján a világ teljes lakosságának mintegy 80—90%-a fog városokban lakni. Ez a tény az egyre több légi utazás csiráját hordja magában, főképpen a fő városi települések közötti ipari-kereskedelmi forgalom, valamint az egyre távolabb eső természeti szépségek felkeresésének szükségletei miatt.

Ugyanebbe az irányba hatnak a növekvő személyi jövedelmek és az egyre több szabadidő.

A szolgáltatási színvonal állandó növekedése párosulva a mind nagyobb befogadóképességű repülőgépek szolgálatba állításával csökkentik az utazás költségeit. Az utazás időtartamát a közvetlen légi járatok számának növekedése csökkenti. Ez a két tényező is pozitívan befolyásolja a légiforgalom fejlődését.

Negatív tényezőként hatnak a légiforgalom által okozott környezeti ártalmak, a levegőszennyezés és a zaj leküzdésére fordítódó erőfeszítések, mint költségnövelő tényezők. Ugyanebbe a kategóriába sorolható a mind több repülőgép és repülőtér költségei. Feltétlenül negatív tényező egyes viszonylatokban a légtér zsúfoltsága, az ebből következő földi irányítási problémák és mint végeredmény a menetrendek illuzórikussá válása, a csatlakozások lekésése, a felvételi épületek zsúfoltsága.

Igen nehezen leküzdhető negatív hatások a repülőterek egyre rosszabb szárazföldi közlekedési kapcsolatai, a repülőterek nagy távolsága a városoktól és az ezekből adódó időveszteségek.

Egyre veszedelmesebb versenytársak az utazási sebességben igen gyorsan fejlődő szárazföldi közlekedési módok. Így a városközponttól városközpontig közlekedő nagysebességű expressz autóbusz járatok és „inter-city” gyorsvonatok komolyan

1. táblázat

A világ menetrendszerű légiforgalmának trendje 1950—71 között, a SZU és a KNK adatai nélkül (ICAO)

	1950	1960	1971	Évi átlagos növekedés 1950—70, %
Világ				
Szállított utasok millió fő	31	106	328	11,9
millió utaskm	28 000	109 000	408 000	13,6
Átlagos utazási táv., km	875	1 030	1 254	1,7
Teljes száll. telj. (utas, csomag, áru, posta) millió tkm	3 490	12 340	50 690	13,6
Nemzetközi járatok				
Szállított utasok millió fő	7	23	79	11,9
millió utaskm	10 000	40 000	170 000	14,4
Átlagos utazási táv., km	1 430	1 777	2 142	1,9
Teljes száll. telj. (utas, csomag, áru, posta), mill. tkm	1 300	4 980	23 760	14,9
Belföldi járatok				
Szállított utasok millió fő	24	83	249	11,8
millió utaskm	18 000	690 000	238 000	13,1
Átlagos utazási táv., km	750	824	956	1,2
Teljes száll. telj. (utas, csomag, áru, posta), millió tkm	1 300	7 360	26 930	12,3

2. táblázat

Az IATA tagvállalatok légiforgalmi teljesítményeinek területi eloszlása 1971-ben (IATA statisztika)

Vonal vagy terület	Menetrendszerinti járatok				Változás 1970-hez képest, ± %	IATA-n belüli megoszlás, %
	utások és csomagjaik	teheráru	légiposta	összes		
	ezer tkm					
Interkontinentális forgalom						
Észak-Amerika—Dél-Amerika	484 835	274 177	24 057	783 069	13,3	3,6
Észak-Amerika—Közép-Amerika . .	7 731 160	152 728	14 031	939 919	4,8	4,3
Észak-atlanti vonalak	4 243 204	2 409 752	262 936	6 915 892	5,0	31,4
Közép-atlanti vonalak	353 082	86 764	15 202	455 048	19,8	2,1
Dél-atlanti vonalak	412 082	144 090	17 419	573 591	12,2	2,6
Európa—Észak-Afrika	695 973	328 633	38 552	1 063 158	8,4	4,8
Európa—Közél- és Közép-Kelet . .	646 685	204 259	21 457	872 401	19,6	4,0
Európa—Távol-Kelet— Ausztrália	1 367 762	778 257	122 198	2 288 217	8,8	10,3
Észak- és Közép-Csendes Óceán . .	824 351	848 140	480 749	2 153 240	2,4	9,8
Dél-Csendes óceán	352 411	111 839	20 173	484 423	7,5	2,2
Kontinentális forgalom						
Észak-Amerika	260 291	39 198	4 045	303 534	14,3	1,4
Közép-Amerika	26 044	5 141	599	31 784	9,1	0,1
Dél-Amerika	46 937	16 487	1 037	64 461	8,1	0,3
Európa	2 005 479	373 129	45 098	2 423 706	9,8	11,0
Afrika	49 817	7 125	984	57 926	10,9	0,2
Közél- és Közép-Kelet	53 779	11 878	506	66 163	20,5	0,3
Távol-Kelet és Ausztrália	492 813	145 480	16 203	654 496	12,4	2,9
Egyéb vonalak és területek	108 793	97 438	3 315	209 546	5,5	1,0
A teljes minta	13 528 811	6 192 458	1 104 362	20 825 631	7,7	94,6
IATA tagok összesen	—	—	—	22 007 000	8,0	100,0

veszélyeztetik a légi közlekedést az 500—1000 km-es távolságokon. A jelenlegi STOL és VTOL repülőgépek magas üzemköltségük miatt nem állják ma még ezt a versenyt.

A változó dinamikusan fejlődő bonyolult környezetben meglehetősen nehéz a 80-as évekre pontos előrebecsléseket adni a légiszállítás várható teljesítmény-alakulására.

A forgalmi trendek elemzéséből arra lehet következtetni, hogy 1980 táján mintegy 700 millió utasra számíthatnak az ICAO tagországok légitársaságai a menetrendszerű forgalomban. További 200 millió utast fognak szállítani a charter járatok, a charter társaságok. Ez összesen 900 millió utas, aminek közel 60%-a nemzetközi vonalakat fog igénybe venni (3. táblázat).

Erről a bázisról kiindulva várható, hogy a 11%-os évi növekedési ütem mellett a 80-as évek közepére 1300 millió légiutas várható, ebből 300 millióra lesz tehető a nem menetrendszerű járatokon közlekedők száma. A jelen trendet folyamatosnak feltételezve, 1990 táján a világ teljes légi utasforgalma el fogja érni a 2 milliárdot, amiből 600 millióra becsülhető a nem menetrendszerű forgalomban utazók száma.

A fő forgalmi áramlások területi eloszlása a 80-as években is hasonló lesz a mai helyzethez, azzal a különbséggel, hogy a forgalom sűrűsége jóval magasabb lesz. Az arányokban némi változás fog beállni Észak-Amerika és Európa rovására és Ázsia, valamint a csendes óceáni térség javára (4. táblázat).

3. táblázat

A nemzetközi és belföldi légiforgalom megoszlása a világ menetrendszerű légijáratain (ICAO statisztika)

Év	Utasszám (%)		Utaskm (%)	
	nemzetközi	belföldi	nemzetközi	belföldi
1951	16,7	83,3	31,4	68,6
1960	21,7	78,3	36,7	63,3
1971	24,1	75,9	41,7	58,3
1985*	30,0	70,0	60,0	40,0

* IATA becslés.

A légitelherszállítási teljesítmények évi növekedési üteme 12—15%-ra várható. Az alacsonyabb ütem a 80-as évek első felében realisabbnak látszik. Ez a fejlődési ütem 3,5-szeres teljesítményt jósol 1980-ra és tízszerest 1990-re. Különösen dinamikus fejlődés várható az észak-atlanti vonalakon, a menetrendszerű teherjáratoknál.

A forgalmi igények a világ jelenlegi polgári légitollójának (213 ezer merevszárnyú repülőgép és helikopter, beleértve az összes magán és üzleti repülőgépeket) többszörösét fogják igényelni 1980-ban.

Ugyanígy rohamosan fognak emelkedni a fő forgalmi irányokba eső repülőterekkel szemben ébredő igények is. Az 5. táblázatban feltüntetett húsz repülőtér közül 1970-ben öt nemzetközi repülőtér bonyolította a forgalom 35%-át. Kettő ezek közül 20 milliárdnál is több utast kezelt külön-külön. Ez a

szám 1980-ra 50—50 millióra várható, ha addig nem épülnek új nemzetközi repülőterek ezek kiváltására. Legalább 8 repülőtér lesz ugyanakkor a 20 millió felüli kategóriában a 80-as évek első felére. Ugyancsak 1970-ben hat repülőtéren kezelték 250 et-nál több árut. Ilyen repülőtér 1965-ben összesen egy volt. A 80-as évek közepére várhatóan hat légitársaságban fognak egy millió tonna árunál többet kezelni évente. A repülőgépmozgásokat tekintve 1970-ben hat repülőtéren volt 200 ezer mozgásnál több évente. Ez a szám 1965-ben négy volt és 1985 táján az 5. táblázatban felsorolt repülőterek közül legalább 20 lesz ebben a helyzetben. Néhány nagy nemzetközi repülőtér várható forgalomnövekedési szorzót tünteti fel a 6. táblázat.

Ahhoz, hogy ki lehessen elégíteni a forgalmi előrebecslések igényeit, a repülőgépiparnak, a repülőtér-tervezésének és építésnek, a földi irányítás fejlődési törekvéseinek természetesen találkozniuk kell ezekkel az igényekkel.

A világon 1971-ben 4000 db sugárhajtóműves utasgép volt. Ez a szám 5—6000 között lesz 1980-ban, és a szolgálatban lesz még a jelenleg 3400 egységet számláló légszaváros gázturbinás légitábla egy része is.

A vezető légitársaságok, amelyek napjainkban a nagysűrűségű, hosszú nemzetközi és a rövid belvárosi vonalakat repülők, 750 férőhelyes gépeket is fognak már üzemeltetni 1980-ban. 1985-re a férőhelykapacitás egyes repülőgéptípusoknál el fogja érni az 1000-t és ez talán a felső határnak tekinthető a konvencionális szubszónikus sugárhajtóműves repülőgépeknél. Az ilyen gépek startsúlya meg fogja haladni a 490—500 tonnát.

4. táblázat

A világ menetrendszerű légitábláinak utasforgalma 1961—71 és 1980—90 között (ICAO statisztika, IATA becslés)

Terület	Az elmúlt időszak forgalma (1961—71) (millió utas)			
	1960	%-os megoszlás	1971	%-os megoszlás
Észak-Amerika	64,6	61	186,4	57
Európa	21,1	20	74,7	23
Ázsia és Csendes-Óceán	8,1	8	41,1	12
Egyéb területek*	12,2	11	26,2	8
Világ összesen	106,0	100	328,4	100
	A következő évtized forgalma (1980—90)			
	1980	%-os megoszlás	1990	%-os megoszlás
Észak-Amerika	350,0	50	560,0	40
Európa	175,0	25	420,0	30
Ázsia és Csendes-Óceán	119,0	17	294	21
Egyéb területek*	56,0	8	126,0	9
Világ összesen	700,0	100	1400,0	100

* Beleértve Közel- és Közép-Keletet, Afrikát és Dél-Amerikát.

5. táblázat

A polgári légitábla alakulása 1965-ben és 1970-ben a 21 legnagyobb nemzetközi repülőtéren (ICAO statisztika)*

Repülőtér	Érkező és induló utasok, ezer fő			Áru, ezer tonna			Repülőgép-mozgások, ezer		
	1965	1970	évi átlagos növ., %	1965	1970	évi átlagos növ., %	1965	1970	évi átlagos növ., %
Athén	1 062	3 650	17,9	19,4	25,0	5,2	48,4	72,8	8,5
Amsterdam	2 355	5 172	17,0	87,8	172,3	14,4	62,5	105,5	11,0
Brüsszel	1 400	2 816	15,0	43,8	115,1	21,2	35,6	67,2	13,6
Chicago	21 881	30 791	7,1	337,9	538,2	9,8	463,7	641,4	6,7
Koppenhága	3 107	6 466	15,8	65,0	112,9	11,7	82,6	140,6	11,2
Frankfurt/Main	4 421	9 365	16,2	137,4	288,5	15,9	126,1	175,8	6,9
London (Heathrow)	10 419	15 608	8,4	214,4	335,7	9,4	192,4	246,0	5,0
Honolulu	3 464	7 234	14,7	34,8	55,2	9,7	95,4	122,5	5,1
Los Angeles**	12 578	20 780	10,6	179,5	362,6	15,1	266,4	467,4	11,9
Madrid	2 077	4 227	17,9	26,4	53,0	14,9	48,7	83,7	11,3
Miami	6 194	10 661	11,5	162,0	233,1	6,6	172,3	253,8	8,1
Montreal**	2 662	4 702	12,0	39,3	104,5	21,6	74,6	109,7	8,1
New York (JFK)	16 208	19 096	4,4	417,2	689,1	10,6	403,2	320,1	1,0
Párizs (Orly)	5 090	10 381	15,3	86,6	176,3	15,3	99,9	183,3	12,9
Róma	3 259	7 452	18,0	62,0	102,6	10,6	94,7	162,1	11,4
San Francisco	8 707	14 448	10,6	195,3	316,7	10,2	211,0	306,5	7,8
San Juan	3 045	4 496	8,1	22,1	79,7	29,2	73,0	129,6	12,2
Stockholm	1 763	3 197	12,6	33,3	47,1	7,2	49,7	77,9	9,4
Tokyo	4 442	10 362	18,5	50,6	181,5	29,1	97,5	163,6	10,9
Toronto**	3 297	5 955	12,5	35,2	85,2	19,3	66,5	125,7	13,6
Zürich	2 171	4 519	15,8	41,8	96,2	18,1	60,5	99,2	10,4
Összesen	120 142	201 878	11,0	2291,8	4170,5	12,7	2725,9	4054,4	8,3

* A SZU nélkül.

** Tranzit forgalom nélkül.

6. táblázat

Várható forgalomnövekedési szorzók néhány nagy repülőtéren (IATA) becslés 1970-ről 1985-re

Repülőtéri körzet	Utasforgalom növekedési szorzó, 1970—85	Repülőgép-mozgás növekedési szorzó, 1970—85		
		magas	várható	alacsony
Európa				
London	5,24	2,49	2,18	1,94
Párizs	4,12	1,96	1,72	1,53
Róma	5,29	2,52	2,20	1,96
Frankfurt/Main ..	4,87	2,23	2,03	1,80
Palma	4,07	1,94	1,70	1,51
Átlag	4,81	2,29	2,00	1,78
Észak-Amerika				
New York	3,48	1,66	1,45	1,29
Chicago	2,49	1,19	1,04	0,92
San Francisco ..	3,32	2,31	2,02	1,80
Los Angeles	3,02	2,18	1,91	1,70
Átlag	3,07	1,70	1,53	1,38
Dél-Amerika				
Rio de Janeiro ..	7,99	3,80	3,32	2,95
Buenos Aires ..	4,14	1,97	1,72	1,53
Átlag	5,35	2,54	2,32	1,98
Távol-Kelet				
Tokyo	6,76	3,22	2,82	2,50

7. táblázat

A világ menetrendszerű légi járatai utazási karakterisztikáinak változásai 1951—71 között (ICAO)

Járatok	Utazási sebesség		Szállított utasok száma		Férőhely	
	km/h	index	fő	index	ülőhely	index
Nemzetközi járatok						
1951	322	100	22,6	100	38,1	100
1960	421	131	39,2	173	67,0	176
1971	643	200	66,7	295	132,0	346
Belföldi járatok						
1951	273	100	21,0	100	31,7	100
1960	338	124	33,1	158	55,5	175
1971	551	202	52,8	251	103,1	325
Összes járat						
1951	286	100	21,5	100	33,7	100
1960	362	127	35,1	163	59,3	176
1971	581	203	57,8	269	113,6	337

A teherszállító gépek startsúlya 680—700 t körüli lesz; 1990-re várhatóan meg fognak jelenni az 500 t hasznos terhelésű teherszállító repülőgépek. A csomagolás fő módszere a közepméretű konténer lesz, már a 90-es években.

A 80-as évek végével várhatóan lényegesen rövidebb felszállópályákat fognak igényelni a repülőgépek, ugyanakkor meredekebb fel- és leszálló síkok mentén fogják elhagyni, illetve megközelíteni a repülőtereket, mint ma (STOL, VTOL and QTOL repülőgépek).

Így a jelenlegi felszállópályákat fogják tudni használni és ilyen módon jelentősen növelhető lesz azok kapacitása. Elképzelhető, hogy a városközponthoz egészen közel levő repülőterek is üzemeltethetők lesznek, bár a zajhatás, a területigénybevétel és az üzemeltetés költségei erősen terhelik a mérleg másik serpenyőjét.

A szuperszónikus (SST) szállító gépek a fő vonalakon valószínűleg már rendszeres szolgálatban lesznek. Gazdaságos kihasználásuk érdekében a földi kiszolgálást rendkívül meg kell gyorsítani.

A napjainkban már bemutatott csendesebb hajtóművek széles körű elterjedésével valószínű, hogy elcsendesíthető lesz a zajártalommal kapcsolatos vészharangozás. Ennek ellenére további védőzónákat kell telepíteni a repülőterekhez közeli lakóterületek köré. Jelentős növekedés várható a postai küldemények továbbításában, ezért a mainál sokkal hatékonyabb postakezelési rendszerek szükségesek a repülőtereken.

A vám, a bevándorlási, határátlépési, egészségügyi formákat ilyen méretek mellett már a 80-as években a repülőgépek fedélzetén, menet közben fogják intézni a nemzetközi vonalakon.

A repülési technika rohamos fejlesztésének követelménye igen nehéz feladat elé fogja állítani a repülőtereket. Bár a nagy befogadóképességű repülőgépek csökkenteni fogják a repülőgépmozgások számát, ugyanakkor az egy időpontban jelentkező nagyszámú utas és csomag kezelése további felvételi épület, kezelőkapacitás problémákat fog létrehozni. Amíg 1971-ben 58 fő volt járatonként az átlagos utasszám (7. táblázat) addig 1980-ban ez 125—135 fő lesz, várhatóan 2—2,5-szer annyi csomaggal, mint ma. A földi zsúfoltság az útlevél- és vámvizsgálattól a csomagkezelésen és egyéb terminál-funkciókon keresztül a repülőteret a várossal összekötő közúti és vasúti rendszerekig fog terjedni.

A jelenleg legmodernebb utas- és csomagkezelési rendszerek sem fogják bírni a 80-as évek forgalmát. A 80-as évek közepére egészen új rendszerű felvételi épületeket kell a legnagyobb repülőtereken megépíteni, hogy lebonyolítható legyen ugyanabban az órában a 20 000 induló utas és 20 000 érkező utas körüli összes teendő.

A csúcscrák repülőgépmozgásai Észak-Amerika és Európa nagy repülőterein a 80-as évek közepére a jelenleginek kétszeresére fognak emelkedni. Ezek a tényezők a légitársaságok, repülőtéri hatóságok, tervezők, gyártók és szállítók összehangolt erőfeszítéseit követelik a kielégítő eredmény érdekében.

Három út képzelhető el a jövő követelményeinek kielégítése érdekében. Az első: rekonstruálni és korszerűsíteni a meglévő berendezéseket. A második: felépíteni egy teljesen új repülőteret. A harmadik: nem csinálni semmit. Természetesen az első két módszer egyike teszi lehetővé, hogy szembe lehessen nézni a jövő forgalmi követelményeivel. A harmadik módszer — bár kétségtelenül a legkisebb ráfordítást igényli — általában nem vezet eredményre, bármilyen szimpatikus lehet is első látásra.

Mind az első, mind a második módszernek vannak követői. Az első utat járja pl. napjainkban Düsseldorf, Frankfurt, Hanover, Hon-Kong, Rio de Janeiro, Riyadh, Singapore, Nyugat-Berlin stb. A második módszer híve pl. Koppenhága, Dallas (Forth Worth) Hamburg, London (Maplin Airport) Párizs, (Charles de Gaulle Airport), Tokyo, Sydney stb.

A repülőterek kapacitása azonban a teljes rekonstrukció befejezéséig, illetve az új repülőtér

megépültéig is hatékonyan növelhető egyszerűbb módszerekkel. Ilyenek pl. a számítógépesített utas- és csomagkezelés, a konténerizált teherszállítás, az eljárások és formák egyszerűsítése, azaz: a jobb szervezés. Ez elengedhetetlen, állandóan fejlődő tevékenység kell hogy legyen.

Összefoglalás

A világ legfontosabb repülőterein az utasforgalom az elmúlt évtizedben 11%-ot emelkedett évente. Ehhez járult az áruforgalom 13%-os és a repülőtéri forgalmi műveletek 8,3%-os évi emelkedése.

Ez a trend előrevetíti a világ légiforgalmi teljesítményeinek alakulását a következő 17—20 évre. Ezek szerint 6,5 évenként várhatóan meg fog duplázódni az utasforgalom. A teherszállítás mennyiségének 5,5—6 évenkénti megkétszereződése szintén reálisan várható.

A 80-as években a légi közlekedésnek a következő *nehézségekkel* kell szembenéznie, illetve *feladatokat* kell majd megoldania:

1. Háromszor vagy négyszer nagyobb utasforgalmat, áruforgalmat kell lebonyolítania.
2. Tovább koncentrálódik a légiforgalmi tevékenység az iparilag fejlett országokban.
3. Tovább növekszik a légi közlekedés koncentrációja a világ néhány fő nemzetközi repülőterén. Ezek közül néhányan évi 50 milliós utasforgalom és irányonként 20 000-es csúcsóra forgalom várható.
4. Az új nemzetközi repülőtereket komplett egységekként kell tervezni, a legszervesebb kapcsolatban a környező közlekedési-szállítási rendszerrel.

5. Állandó zsúfoltság egyes vonalakon, repülőterek légterében, felszálló pályáin és utaskezelő berendezéseiben.

6. Területfelhasználási nehézségek a repülőterek építésénél és bővítésénél.

7. Egyre nehezebb körülmények a repülőterek megközelítésével kapcsolatban.

8. A légi közlekedéssel kapcsolatos környezetvédelmi, szociológiai és gazdasági problémák megoldásának hatékony irányítása.

9. 2—2,5-szeres repülőgép terhelések.

10. Kb. 1000 személyt is befogadni képes polgári szállítógépek.

11. Kb. 500 t hasznos terhelésű teherszállító repülőgépek.

12. Bővülő, csak teherszállításra alkalmas légi flotta.

13. Szuperszónikus repülőgépek az összes fő távolsági vonalakon.

14. Automatizált leszállító és földi irányító rendszerek.

15. Számítógépesített, a mainál lényegesen pontosabb forgalmi előrebecslés legalább 10 évre.

Mindezek teljesítéséhez természetesen a mainál sokkal hatékonyabb információs rendszerek szükségessé a repülési rendszer tervezői, építői, kezelői és használói között.

IRODALOM

Proceedings of the Fourth World Airport Conference. 3—5 April 1973. The Institution of Civil Engineers. London, 1973.

Egyesületi hírek

Megtartott központi előadások és egyéb rendezvények

Május 2. A Közúti Szakosztály rendezésében vetített-képes előadás:

Slury—séal bevonatok építésének hazai kísérletei és tapasztalatai.

Előadó: SZABÓ JÁNOS (UVATERV)

Május 3. A Landler Jenő MÁV Járműjavító Szakcsoport rendezésében előadás:

Az üzemi raktározás helyzete, fejlesztetősége.

Előadó: BOR ISTVÁN (Landler J. Járműjav. Ü.)

Felkért hozzászóló: MOCSÁRI MIHÁLY (MÁV. Járműjav. Ü. Miskolc)

Május 7—8. A Közlekedésgazdasági Szakosztály és a Szegedi Területi Szervezet közös rendezésében

V. Országos Közlekedésgazdasági Konferencia

Május 7. Megnyitó: KISS KÁROLY, MÁV Ig. Szeged, DR. BAJUSZ REZSŐ, KPM Közl. pol. Főo.

A tárca kutatóhálózatának fejlesztése és hatékonysága.

DR. CZÉRE BÉLA, Közlekedési Múzeum

A közlekedéstudományok fejlődésének prognosztikai kérdései és gazdasági hatásuk elemzése.

TURÁNYI ISTVÁN, BME

A közlekedéstudományok hazai helyzete.

OROSZVÁRI LÁSZLÓ, KPM Vasúti Főo.

A kutatás és a tervezés hatékonysága a vasút gazdasági fejlesztésben.

KISS KÁROLY, Szeged, MÁV. Ig.

Miként segíti a kutatás és a tervezés a vasútüzemi vezetést.

DR. NAGY JÓZSEF, VTKI

A Vasúti Tudományos Kutató Intézet kutatómunkája a vasút gazdasági fejlesztésében.

HIDVÉGI LÁSZLÓ, MÁVTI

A MÁVTI feladatai a vasútfejlesztés hatékonyságának növelésében.

KOVÁCS ISTVÁN, MAHART

Az európai víziúthálózat fejlesztéséből adódó kutatási feladataink.

Május 8. RÖDÖNYI KÁROLY, államtitkár

A KPM tudománypolitikája és annak közlekedésgazdasági vonatkozásai.

DR. HORVÁTH LAJOS, Postavezérgazgatóság

A kutatás és a tervezés szerepe a posta és hírközlés szolgálatásainak fejlesztésében.

KOPENICZKY KÁROLY, Posta Kísérleti Intézet

A hírközlés kutatási igényei és kielégítésük.

- DR. ÁBRAHÁM KÁLMÁN, KPM
Az út- és hídépítés, úthálózatfejlesztés kutatási célprogramjainak gazdasági megfontolásai.
- DR. TÓZSÉR ISTVÁN, KPM
A gépjárműközlekedés kutatási célprogramjainak gazdasági megfontolásai.
- MOLNÁR JÁNOS, KPM
A városi közlekedés fejlesztése, kutatási célprogramjainak gazdasági megfontolásai.
- SKODA LAJOS, UVATERV
A tervező felelősége a gazdasági célkitűzések elérésében.
- SZÍNI BÉLA, KÖTUKI
A KÖTUKI kutatómunkája a közúti közlekedés kutatási programjának megvalósításában.
- LÉNÁRT GYÖRGY, MALÉV
A légi közlekedés fejlesztését elősegítő gazdasági vizsgálatok szükségessége.
- Zárszó: DR. HEGEDŰS GYULA, Közl. és Távközl. Műsz. Főiskola.
- Május 8. A Közlekedéstudományi Egyesület rendezésében a Mélyépítéstudományi Szemle olvasó ankétja.
Az ankétot vezette: GYÖRGY ISTVÁN a Mélyépítéstudományi Szemle felelős szerkesztője.
- Május 9. A Vasútépítési és Postafenntartási Szakosztály rendezésében előadás:
Az átmeneti ív hosszának megválasztása és az ívkombinációk kialakítása nagyobb sebességű vasúti pályáinknál.
Előadó: DR. MEGYERI JENŐ (BME)
- Május 9—10. A Közlekedéstudományi Egyesület Vasúti Járműjavító Szakosztálya és a Székesfehérvári MÁV Járműjavító Üzem közös rendezésében kollokvium:
A vasúti járművek javításához és fenntartásához szükséges pótalkatrészgyártás, illetve javítás szervezésének korszerű elvei.
- Május 9. Elnöki megnyitó: TAKÁCS LÁSZLÓ (MÁV. Járműjav. Székesfehérvár)
A vasúti járműállag fejlesztésének irányelvei.
Előadó: OROSZVÁRI LÁSZLÓ (KPM VF.)
A járműjavító üzemek fejlesztése az alkatrészellátással kapcsolatos szempontok figyelembevételével.
Előadó: MATKÓ JÓZSEF (KPM VF. 10. szako.)
A vasúti járműalkatrészgyártás és gazdálkodás problémái a Székesfehérvári MÁV Járműjavító Üzemben.
Előadó: KUTI ISTVÁN (MÁV Járműjav. Ü. Székesfehérvár)
A pótalkatrészgyártás szakszolgálati szintű szervezése, az alkatrészgyártás profilírozása.
Előadó: DR. SERES KÁROLY (KPM VF. 10. szako.)
Hozzászólások.
- Május 10. A Vasúti járművek javításához, karbantartásához szükséges alkatrészek beszerzése, tárolása, készletezése.
Előadó: HARMATI ISTVÁN (KPM VF. 12. szako.)
A vasúti járműalkatrészek gazdaságos felújítása.
Előadó: PAPP GYULA (KPM VF. 10. B. Szako.)
A központi vonó- és ütközőkészülék beépítésével kapcsolatos átalakítások és a hazai gyártás megszervezése.
Előadó: GECSE ALFRÉD (KPM VF. 10. B. Szako.)
Hozzászólások.
Határozati javaslatok.
Elnöki zárszó.
- Május 10. A Városi Közlekedésjogi Szakosztály és a Magyar Jogászsövetség közös rendezésében előadás:
Az új Kresz vonásai és néhány elvi kérdés.
Előadó: DR. ZSOMBORI LÁSZLÓ (KPM)
- Május 10. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezet rendezésében előadás:
Munka- és üzemszociológia (eddig hazai vasúti tapasztalatok, további feladatok.).
- Előadó: KIRÁLY JÓZSEFNÉ (KPM. VF. Munkaügyi és Szoc. ellátási Szo.)
- Május 10. Az Alagút és Mélyalapozási Szakosztály rendezésében vitaülés Dr. Valkó Márton III. 11-i előadása alapján.
Tárgy: Felszínről épülő metróvonalak.
Vitaindító előadók: RUSA GYÖRGY (KÉV), KOVÁCS GÁBOR (UVATERV)
Vitavezető: DR. RÓZSA LÁSZLÓ (UVATERV)
- Május 10. A Postai és Távközlési Tagozat Távközlési Szakosztálya rendezésében előadás:
Túlnyomtasos kábelvédelem és nyomáscsökkenéses hibabehatárolás a Postánál 1973-ig.
Előadók: FÁBIÁN LÁSZLÓ (PKI), LÉNÁRT GUSZTÁV (PKI)
- Május 14. A Közúti Fuvarozási és Szállítmányozási Szakosztály rendezésében előadás:
Közúti—vasúti összetett (kombinált) fuvarozás.
Előadó: DR. JUHÁSZ JÓZSEF (Volán Tröszt)
- Május 15. A Mérnöki Szerkezetek Szakosztály rendezésében előadás:
Hegesztett acélhidjaink korszerű szerkezeti kialakításai.
Előadó: DR. DARVAS ENDRE (UVATERV)
- Május 15. A Vasúti Biztosítóberendezési és Automatizálási Szakosztály rendezésében kerekasztal megbeszélés:
Az anyaggazdálkodás számítógépes feldolgozásának továbbfejlesztése, újabb alrendszerek bevezetése.
Vitavezető: LUKÁCS SÁNDOR (KPM VF. Bizt. ber. és Aut. Szako.)
- Május 15. A Postai és Távközlési Tagozat Távközlési Szakosztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület közös rendezésében előadás:
Beszámoló a CCITT PCM technikai bizottságának munkájáról.
Előadók: FÖLDES ANDRÁS (PKI), HUTTER GYULA (PKI), LAJKÓ SÁNDOR (Telefongyár)
- Május 16. A Postai és Távközlési Tagozat Postaforgalmi Szakosztálya rendezésében előadás:
A hírlapszolgálat különböző fázisainak korszerűsítése (nyomdától az olvasóig).
Előadó: TOPLAK FERENC (Postavezérig.)
- Május 17. Az Organizációs, Technológiai és Építésgépesítési Szakosztály rendezésében előadás:
A gépesített költségvetés-készítés eddigi tapasztalatai a tervezői (UVATERV) gyakorlatban.
Előadó: MIHÁLYFI ÁRPÁD (UVATERV)
- Május 17. A Közúti Szakosztály rendezésében gépbe-mutató:
Kombinált aszfaltkeverőgépcsoport és szűrős porleválasztó berendezés bemutatása.
A helyszíni bemutatót tartotta: ÁGH RÓBERT (Aszfaltútép. V.)
- Május 20. A Hajózási Szakosztály rendezésében előadás:
A személyhajózás helyzete, feladatai és jövője.
Előadó: LOTALLER ISTVÁN (MAHART)
Hozzászóló: SIMON ANDOR (KPM Közl. pol. Főo.)
- Május 20. A Közúti Szakosztály rendezésében előadás:
Az előkészítés alatt lévő magyar autópálya tervezési, utasítási elvi kérdései.
Előadó: DR. JÁNOSHEGYI FERENC (UVATERV)
- Május 21. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezet rendezésében előadással egybekötött tanulmányi kirándulás:
Vasúti acélhidak szerkezetein végzett mérések és vizsgálatok eredményei, tapasztalatai.
Előadó: FORGÓ SÁNDOR (KPM VF. 6. E. Szako.)

Május 21. A Fuvarjogi Állandó Bizottság rendezésében előadás:

A GFSZ módosítására vonatkozó javaslat.

Előadó: DR. ZELEY ISTVÁN (KÖTUKI)

Május 21. Az Akusztikai Állandó Bizottság rendezésében előadás:

Zajvizsgálatok közúti járműveken és közutakon.

Előadó: DR. SZÉCHEY BÉLA (KÖTUKI)

Május 22. A Vasúti Biztosítóberendezési és Automatizálási Szakosztály rendezésében előadás:

Ellenmenetbiztosítás a mellékvonalakon.

Előadó: HEGEDŰS GÉZA (KPM VF. Bizt. Ber. és Automat. Szako.)

Május 23. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezete rendezésében előadás:

Új módszerek a vasúti biztosítóberendezések fenntartási munkáinak megszervezésére.

Előadó: NAGY LAJOS (BBF, Bp. Keleti)

Május 23. A Postai és Távközlési Tagozat Műsorszórás Szakosztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület közös rendezésében előadás:

Az új Kossuth-adó létesítésének szükségessége és a megvalósítás tervei.

Előadó: FUCSKÓ LAJOS (Postavezérig.)

Május 27. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezet és a Közlekedésgazdasági Szakosztály rendezésében előadás:

A vasúti üzem operatív irányításának információ igénye.

Előadó: DR. CSALA SÁNDOR (VTKI)

Május 27. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezet rendezésében előadás:

A minőségi anyagátvétel előírásainak értékelése, hatásai a vasúti betonalkalmazásokban.

Előadó: RÓZSAHEGYI ZOLTÁN (MÁV. KFF)

Május 27. A Városi Közúti Közlekedési Szakosztály rendezésében előadás:

Városrendezési és városi közlekedési kérdésekkel való foglalkozás a KGST-n belül.

Előadók: HEGYI KÁLMÁN (UVATERV), KISS DÉNES (Orsz. Műemléki Felügyelőség)

Május 27—29. A Közlekedéscsatorna Vállalat és a Közlekedéstudományi Egyesület Építési Tagozatának közös rendezésében előadás-sorozat a KÉV fennállásának 25 éves jubileuma alkalmából:

Május 27. *Megnyitó előadás:* DR. HOMOKI JÓZSEF, a KÉV vezérigazgatója

A budapesti metróépítés technológiájának fejlődése.

Előadó: SZENDRŐI DEZSŐ (KÉV)

Május 28. Az észak—déli metróvonal ismertetése.

Előadó: DR. HAJNAL ISTVÁN (KÉV)

Az észak—déli metróvonal Deák téri csomópontjának ismertetése.

Előadó: LAKATOS ERVIN (KÉV)

Előadás után a résztvevők megtekintették a folyamatban levő munkákat.

Május 29. Az észak—déli metróvonal Nagyvárad tér és Könyves Kálmán körút közötti, kéreg alatt épülő szakaszának ismertetése.

Előadó: HUSZTI TIBOR (KÉV)

Május 28. A Postai és Távközlési Tagozat Távközlési Szakosztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület közös rendezésében előadás:

Beszámoló a 960 csatornás vivőáramú rendszer Ericsson licencia alapján végzett fejlesztéséről.

1. rendszertechnika és modemberendezések.

Előadó: MATUSIK FERENC (Telefonyár)

2. Vivőellátás.

Előadó: MOLNÁR GYÖRGY (Telefonyár)

Május 28. A Vasúti Biztosítóberendezési és Automatizálási Szakosztály és a TBÉF Üzemi Szakcsoport közös rendezésében előadás:

A WSSB rendszerű kisállomási biztosítóberendezés és távvezérlés.

Előadó: VARGA ISTVÁN (TBÉF)

Május 28. Az Akusztikai Állandó Bizottság rendezésében tudományos ülés:

Légiközlekedési eredetű zajproblémák.

Előadó: DR. SZÉCHEY BÉLA (KÖTUKI)

Repülőgépjajok ellenőrző mérőműszerei.

Előadó: BILL VASE (Brüel Kjaer cég)

Május 29. A Postai és Távközlési Tagozat Postagazdasági Szakosztálya rendezésében előadás:

A távadatfeldolgozás kérdései a Magyar Postán.

Előadó: GYÖRI MIKLÓS (PSZSZI)

Hozzászólók: DR. KOTSIS BÉLA (PSZSZI),

MÁTRAI OTTÓ (PSZSZI),

HÁSZ GYÖRGY (PSZSZI)

Május 30. A Talajmechanikai Szakosztály rendezésében előadás:

Tájékoztatás a KÖTUKI Geotechnikai Laboratóriumának egyes újabb vizsgálatairól:

a) Közúti földművek minőségellenőrzésének tapasztalatai.

b) Az országos közúthálózat teherbírásméréseinek egyes geotechnikai következtetései, az új Lacriox deflektométer.

c) Helyi anyagok felhasználása a hazai autópályák alaprétegeihez. Az üzemanyag tartályok alatti talajvíznek és talajnak szénhidrogén-szennyeződés elleni védelme.

Előadók: DR. ÁCS PÉTER (KÖTUKI),

DR. BOROMISZA TIBOR (KÖTUKI),

DR. GÁSPÁR LÁSZLÓ (KÖTUKI)

Május 30. A Postai és Távközlési Tagozat Műsorszórás Szakosztálya és a Híradástechnikai Tudományos Egyesület közös rendezésében előadás:

Az új Kossuth-adó építészeti megoldásai.

Előadó: KISS ANTALNÉ (PVIG)

Május 30—31. Országos Vezetőségi Vándorgyűlés Egerben.

Május 30. Plenáris ülés a Technika Háza nagytermében.

Megnyitó: VAJDA ZOLTÁN főtítkárr

Üdvözlés: DR. VARGA JÁNOS, Eger Városi Tanács VB. elnöke

Bevezető előadás: A közúti közlekedés helyzete, fejlesztésének főbb irányai az V. ötéves terv időszakában.

Előadó: FÖLDEVÁRI LÁSZLÓ, a KPM miniszterhelyettese

Előadás: Heves-megye közlekedésének helyzete és fejlesztésének terve.

Előadó: DR. VARGA JÓZSEF, Heves-megyei Tan. VB. elnökh.

Hozzászólások.

Május 31. Kibővített vezetőségi ülés.

Május 31. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezet rendezésében előadás:

Az állomási kocsigazdálkodás optimalizálásának lehetőségei Székesfehérvár állomáson.

Előadó: PÁZMÁNY SÁNDOR (Székesfehérvár).

Május 31. A Városi Forgalmiszervezési Szakosztály rendezésében az Osztlyapenkő csomópont rendezésére kiírt tervpályázat terveinek ismertetése.

A tervpályázatot ismertette: CSIKHELYI BÉLA (BRFK)

HÉTFŐTŐL- HÉTFŐIG

Sokoldalúan
tájékoztat a
bel- és külpolitika
eseményeiről a

MAGYAR HÍRLAP

Minden nap
új, részletes
információk a

MAGYAR HÍRLAP

hasábjain

HÉTFŐ

Ennek a számnak két kiadása van:
a legfrissebb sportriportokkal,
tudósításokkal és totóeredménnyel
már vasárnap este az utcára kerül.
A hétfő reggeli kiadás
a hajnalig beérkezett híreket is
tartalmazza.
Más rovatai:
a Centrum-hétfő titkai;
Várható heti időjárás; Paradox.

KEDD

Jogi tanácsadás;
a Magyar Hírlap postája;
tévékrónika; rádiófigyelő.

SZERDA

Képzőművészeti rovat;
a budapesti mozik heti műsora;
filatélia; sakk.

CSÜTÖRTÖK

Tanácsadó kirándulóknak;
lőversenyeredmények.

PÉNTEK

Nyugdíjasok rovata;
a televízió és rádió heti műsora;
a horgászok rovata.

SZOMBAT

Tudomány: „Hét-vége” melléklet;
a bérlakások cseréje;
piaci árjelentés; a hét rendeletei;
mit fizet a lottó?

VASÁRNAP

Vasárnapi levél; irodalom-művészet;
család-oldal; keresztretjtvény;
ingatlanforgalom.

R É S U M É

- Dr. Zoltán Juhár: Containerisation dans le commerce intérieur* 241
 L'auteur expose d'abord les tâches du commerce intérieur hongrois sur le domaine de la distribution des marchandises, le programme du développement de ce commerce, puis il s'occupe du trafic intérieur des grands, moyens et petits containers ainsi que des avantages et des perspectives de la containerisation.
- Mme Tünde Bank—Mónus: L'évaluation de l'introduction du trafic à sens unique aux week-ends en 1973 sur l'autoroute M7* 244
 L'étude expose les données du trafic à sens unique réalisé en 1973 à 22 reprises ainsi que l'évolution du nombre des accidents dans le miroir des différents indices. L'enquête prouve l'efficacité du système du trafic à sens unique.
- Cs. Lajos Nagy—Ferenc Szeifner: Quelques questions importantes de l'établissement des passages à niveau rail-route* 248
 Après la description des passages à niveau traditionnels (avec contre-rails) les auteurs résument les expériences des essais effectués auprès des Chemins de Fer l'Etat Hongrois depuis 1967 avec des types des passages à niveau divisés construits d'éléments en béton armé préfabriqué à deux appuis à grandes dalles.
- Dr. József Vajda—Albert Györik: Calculs de la dynamique de marche dans les chemins de fer avec des calculatrices digitales* 254
 L'étude présente d'abord le modèle mathématique du problème puis il décrit d'une façon détaillée les méthodes pouvant être utilisées pour la solution ainsi que le système logique du programme de la calculatrice digitale utilisée. A la fin de l'étude les auteurs citent aussi des exemples de calcul.
- Dr. Boldizsár Vásárhelyi: Quelques problèmes de la détermination de la grandeur du sondage dans le recueil du trafic routier* 261
 L'auteur donne d'abord l'aperçu mathématique statistique du problème du sondage puis il fait proposition pour la mesure des différentes caractéristiques de la technique du trafic et pour la planification du comptage ainsi que concernant le processus de la circulation, les mouvements des noeuds et les données caractérisant le courant du trafic.
- Miklós Destek: Examen de l'interaction de la voie ferroviaire et du véhicule selon la théorie de système* 271
 Parmi les différentes interactions l'étude s'occupe des phénomènes influençant la stabilité de marche des véhicules et la sécurité de marche. En employant les thèses de la théorie de système il propose d'élaborer et d'introduire de nouvelles méthodes de mesure à côté des anciennes méthodes d'enquête.
- Revue internationale:*
- Imre Keleti: 4. Conférence mondiale des aéroports à Londres* 277
 L'auteur rend compte du vaste programme de la Conférence tenue en 1973 à Londres répartie en 9 sections, puis il expose d'une façon détaillée la matière de la 1. section qui s'est penchée sur le système des communications de l'avenir, sur les tâches prévisibles sur le domaine du transport des voyageurs et des marchandises et sur les perspectives des communications aériennes prévisibles jusqu'à l'année 1990.
- Revue des livres* 243, 276
- Nouvelles d'association* 285

SUMMARY

- Dr. Zoltán Juhár: Containerization and Internal Commerce* 241
 The author first describes the job of the movement of goods and the development program of the Hungarian internal commerce, then deals with the traffic of great, medium and small containers, together with the advantages and the outlook of containerization.
- Mrs. Tünde Bank—Mónus: Valuation of the Use of the Limited Access Road M7 as a One-Way-Road on Week-Ends in 1973* 244
 The study deals with the traffic data of the use as a one-way-road that was realized at 22 occasions in 1973 and with the occurrence of accidents in the mirror of different index-numbers. The survey supports the efficiency of the use as a one-way-road.
- Lajos Cs. Nagy—Ferenc Szeifner: Some Essential Problems of the Design of Rail-Road Level Crossings* 248
 After a survey of the conventional level crossings (with guard rail) the authors summarize the experiences of the experiments performed by the Hungarian State Railways with level crossing types without guard rails since 1937, demonstrating the advantages of slab level crossings with split two-support beams made from precast concrete elements.
- Dr. József Vajda—Albert Gyórik: Railway Running Dynamic Calculations on Digital Computer* 254
 The study first deals with the mathematical model of the task, then gives an overall picture of the solutions that are suitable for its carrying out, together with the logic system of the digital program used. The authors make known a numerical example as a conclusion of the study.
- Dr. Boldizsár Vásárhelyi: Some Problems of the Determination of the Volume of Sample at Road Traffic Counts* 261
 The author first gives a mathematical-statistical survey of the sampling problem, then suggests the methods concerning the measurement of some traffic technical characteristics and the planning of counts, respectively, i. e. concerning the characteristic data of the traffic process, of the movements in junctions and of the traffic flow.
- Miklós Destek: Examination of the Interaction of Railway Track and Vehicle from the Aspect of System Theory* 271
 Out of the various interactions the study treats the phenomena exercising an impact on the even running and on the safety of running of vehicles. Using the discernments of the system theory the elaboration and introduction of new measurements methods is suggested in addition to the existing ones.
- Foreign Review:*
- Imre Keleti: The 4th Airport World Conference in London* 277
 The article reports on the comprehensive program of the Conference that was arranged in 9 sections in 1973, then it gives an account of the 1st section that dealt with a survey of the transport system of the time to come, with the passenger and goods transport jobs to be expected and with the outlook of the air transport reaching as far as the years 1990
- Book review* 243, 276
- Association news* 285

A szerkesztésért felelős: Dr. Harmati Sándor. Szerkesztőség:
Budapest XIV., Május 1. út 26. Telefon: 223-216. Kiadja: Lapkiadó Vállalat
Budapest, 1073. Lenin körút 9-11. Telefon: 221-293. Levélcím: 1906, postafiók 223.
Felelős kiadó: Siklósi Norbert.

74.6., 2899 Révai Nyomda, Budapest V., Vadász utca 16. F. v.: Povárnay Jenő.
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a
Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI, 1900 Budapest V.,
József nádor tér 1.) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a
KHI 215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámára.

Előfizetési ára: egy évre: 108.- Ft, egyes szám ára: 9.- Ft.

Külföldön terjeszti a „KULTÚRA” Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat,
Budapest, Postafiók 149. H - 1389.

INDEX: 25 454

A ma tudománya — a holnap technikája

OLVASSA RENDSZERESEN MŰSZAKI TUDOMÁNYOS SZAKLAPJAINKAT!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Anyagmozgatás, Csomagolás
Bányászati és Kohászati Lapok
BÁNYÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ
Bányászati és Kohászati Lapok
KOHÁSZAT
Bányászati és Kohászati Lapok
ÖNTŐDE
Bőr- és Cipőtechnika
Elektrotechnika
Energia és Atomtechnika
Élelmezési Ipar
Építőanyag
Épületgépészet
Az Erdő
Faipar
Finommechanika
Fizikai Szemle
Gép
Gépgyártástechnológia

Hidrológiai Közlöny
Híradástechnika
Ipari Energiagazdálkodás
Ipargazdaság
Járművek, Mezőgazdasági Gépek
Kép- és Hangtechnika
Közlekedéstudományi Szemle
Magyar Alumínium
Magyar Építőipar
Magyar Grafika
Magyar Kémiai Folyóirat
Magyar Kémikusok Lapja
Magyar Textiltechnika
Mélyépítéstudományi Szemle
Mérés és Automatika
Műanyag és Gumi
Műszaki Élet
Papíripar
Városépítés
Villamosság

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,
a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámújára vagy átutalással, valamint
a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK

V., Váci utca 10.
VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA

VII., Lenin körút 9—11. I. em. 120. (222-251).