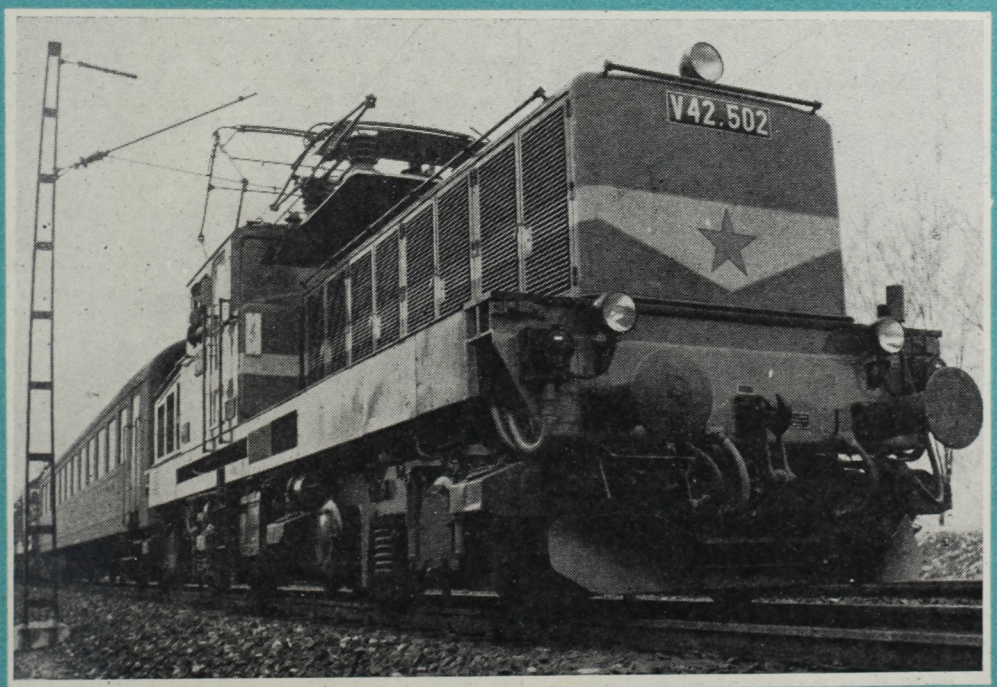
300.706

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI ☆ SZEMLE



XII. ÉVFOLYAM 7. SZÁM 1962. JÚLIUS HÓ

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

A Közlekedéstudományi Egyesület lapja

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Орган Научного Общества Транспорта

VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE RUNDSCHAU

Zeitschrift des Vereins für Verkehrswissenschaft

REVUE DE LA SCIENCE DES COMMUNICATIONS

Organe de la Société scientifique pour la communication

SCIENTIFIC REVIEW OF COMMUNICATIONS

Monthly of the Scientific Association for Communication

Megjelenik havonta

Főszerkesztő:
Harmati Sándor

Szerkesztő:
Dr. Czére Béla

•

Szerkesztő bizottság:

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

•

Szerkesztőség:

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

Felelős kiadó:
Solt Sándor

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

•

Terjeszti:

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

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

Előfizetési ára:

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

XII. ÉVFOLYAM 7. SZÁM 1962. JÚLIUS HÓ

TARTALOM

Gavrilov, V. Sz.: A távközlő- és biztosítóberendezési technika fejlesztése a Szovjet Vasutaknál 297

Jándy Géza: Kvardratikus szállítási problémák programozása 302

Kaján Béla: Előzések elemzése kétnyomú utakon 313

Ifj. dr. Greguss Pál: A légpárnás járművekről 319

Könyvszemle 327, 330

Mányi Szabó István: A közúti közlekedési balesetek alakulása az 1961. évben 328

Tóth Lajos: Bernhard Antal „Carolina"-ja, az első dunai gőzhajó 331

Nemzetközi szemle:

Feledy Béla: Új készülékek Angliában a járművek okozta zajok mérésére 333

Egyesületi hírek 335

E számunk szerzői:

Gavrilov, V. Sz., a Szovjetunió közlekedésügyi miniszterének helyettese; *Jándy Géza*, okl. gazdasági mérnök, az Út-, Vasúttervező V. csoportvezetője; *Kaján Béla*, okl. gazdasági mérnök, az Útügyi Kutató Intézet osztályvezetője; *ifj. dr. Greguss Pál*, a Vasúti Tudományos Kutató Intézet tud. főmunkatársa; *Mányi Szabó István*, okl. közgazda, a Központi Statisztikai Hivatal osztályvezetője; *Tóth Lajos*, ny. hajózási igazgató; *Feledy Béla*, az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet főmérnöke.

Címképünk:

Próbaúton a MÁV 2000 LE-s Ward-Leonard típusú villamosmozdonya

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

XII. ÉVFOLYAM 7. SZÁM 1962. JÚLIUS HÓ

A távközlő- és biztosítóberendezési technika fejlesztése a Szovjet Vasutaknál*

V. SZ. GAVRILOV

A Szovjetunió Kommunista Pártjának 1961. októberében tartott XXII. Kongresszusa igen nagy történelmi jelentőségű eseménynek bizonyult. A Kongresszus összefoglalta a szovjet népnek a Párt irányításával elért ragyogó győzelmeit és elfogadta az SZKP új programját, amely a marxista—leninista tudomány fényével világítja meg a ragyogó jövő, — a kommunizmus felé vezető utat.

Az új program legkiemelkedőbb vonása az, hogy első ízben dolgozták ki benne tudományos alapokon a kommunista társadalom felépítésének konkrét tervét, amely valamennyi nép számára meghozza a földön a békét, munkát, szabadságot, egyenlőséget, testvériséget és boldogságot.

Pártunk az utóbbi években óriási munkát végzett. Az SZKP XX. és XXI. Kongresszusain hozott határozatok tántoríthatatlan megvalósítása a nép alkotó kezdeményezése előtt széles területeket nyitott meg és meggyorsította a kommunista építés ütemét. A szovjet nép ragyogó eredményeinek elérésében igen nagy jelentőségű az, hogy a Párt és a Központi Bizottság merészen és határozottan elítélte I. V. Sztálin személyi kultuszát, felszámolta annak következményeit, helyreállította és továbbfejlesztette a pártélet lenini normáit és a kollektív vezetés elveit a párt- és az államélet minden területén.

A XXII. Kongresszus elfogadta az SZKP Központi Bizottsága részéről a Molotov, Kaganovics, Malenkov és mások pártellenes frakciós csoportjának leleplezése és ideológiai szétzúzása érdekében hozott intézkedéseket. Ez a csoport vissza akarta téríteni a Pártot a személyi kultusz időszakában kialakult régi rendhez, fékezni kívánta életünkben az új fejlődését, és elkeseredett harcot vívott az SZKP XX. Kongresszusán kidolgozott lenini irányzattal szemben.

Kaganovics, a pártellenes frakciós csoport tagja, a konzervatívisták ideológusának bizonyulva, hosszú időkig görcsösen ragaszkodott a gőzmozdonyokhoz és visszatartotta a villamos és a diesel-vontatás fejlődését a vasúti közlekedés területén. Csak azt követően, hogy a Párt megtörte a konzervatívisták ellenállását, indulhatott meg gyors ütemben a vasúti közlekedés műszaki átépítése. A vasúti dolgozók jelenleg állandóan érezhetik a Kommunista Párt és a kormány, és személy szerint N. Sz. Hruscsov gondoskodását a vasúti közlekedés fejlesztése és a dolgozók életszínvonalának emelése érdekében.

A XX. Kongresszus óta eltelt idő alatt hatalmas eredmények születtek a népgazdaság valamennyi ágában, többek között a vasúti közlekedés területén is. Ez idő alatt a vasúti közlekedés áruforgalmi teljesítménye több mint 600 milliárd tonnakilométerrel, vagyis 62%-kal növekedett és az 1961. évben elérte az 1 trillió 570 milliárd tonnakilométert, ami majdnem kétszer haladja meg az USA vasútainak áruforgalmi teljesítményét, és több mint 40%-át képezi az egész világon elért áruforgalmi teljesítménynek. A személyszállítás a Szovjetunió vasútain 19,4%-kal emelkedett.

Az egész vasútüzem teljesítményeinek növelésében döntő feltételt képez a Párt Központi Bizottsága és a Szovjetunió Minisztertanácsa által, N. Sz. Hruscsov elvtárs javaslata alapján elfogadott vasútvillamosítási általános távlati terv, és az SZKP XX. és XXI. Kongresszusán előirányzott program a vasútnak a villamosítás és a diesel-vontatás széleskörű bevezetésére épülő gyökeres műszaki átépítéséről. A villamos és a diesel-mozdonyok jelenleg az 1955. évi 14,1%-kal szemben az áruforgalomnak több mint a felét bonyolítják le. A villamos és a diesel-vontatás

* A szerző eredeti cikke az „*Avtomatika, Telemechanika i Szvjáz*" c. szovjet szaklap 1962. évi 1. számában jelent meg „Célunk az új technika gyorsütemű bevezetése" címen (fordította: *Éles István*).

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

bevezetése következtében a szállítás önköltsége az 1956—1961. években 2,5 milliárd rubellel csökkent és a népgazdaság számára 170 millió tonna szén szabadult fel.

A Szovjetunió vasutait nagyteljesítményű fővonali villamos és diesel-mozdonyokkal, nagyraksúlyú teherkocsikkal és komfortos személykocsikkal látják el. Megerősítik a pályákat, igen nagy munkákat hajtanak végre az állomások és csomópontok átépítése, az állomási vágányok meghosszabbítása, gurítódombok építése, valamint az automatizálás, a távvezérlés és a távközlés korszerű eszközeinek bevezetése terén.

A vasúti közlekedés gyökeres műszaki átépítésének megvalósítása az egész fuvarozási folyamat elvileg teljesen új szervezési módszereit keltette életre, amelyek lehetővé tették a járművek kihasználásának és a vasúti dolgozók munkafeltételeinek jelentős megjavítását. Különösen nagy jelentőségű a vontatási szakaszok meghosszabbítása és a mozdonyok váltószemélyzetes kiszolgálása. Az új fuvarozási folyamat-szervezési módszerek bevezetése és a végrehajtott műszaki átépítés eredményeképpen a kocsiforduló idő hat év alatt 16 órával rövidült le és jelentősen megnövekedett a mozdonyok napi átlagos futása. A fuvarozási önköltség az 1955. évivel szemben 22%-kal csökkent. A vasúti dolgozók munkájának termelékenysége hat év alatt 56%-kal emelkedett, ami lehetővé tette az időközben megnövekedett személy- és árufuvarozás lebonyolítását úgyszólván a dolgozók létszámának növelése nélkül.

Az SZKP XXII. Kongresszusának előestéjén befejeződött a vasúti dolgozók átsorolása az új bérfizetési feltételek szerint. A munkások és alkalmazottak munkabére a lerövidített munkanap ellenére jelentősen megnövekedett. Széles körben folyik a lakások és kultúrhelyiségek építése, új iskolák és internátusok, kórházak és óvodák létesülnek, bővül a kereskedelmi hálózat, valamint a társadalmi étkeztetés hálózata.

Mérhetetlenül emelkedett a vasúti dolgozók politikai, kulturális és műszaki színvonala. A közlekedési vállalatoknál egyre nagyobb méreteket ölt a kommunista munka ragyogó mozgalma, amelyben több mint másfél millió dolgozó vesz részt. A kommunista munka kollektívája kiváló címet eddig több mint 30 ezer brigád, műszak, műhely és 370 vállalat nyerte el.

A műszaki átépítéssel kapcsolatban gyökeresen megváltozott a munka jellege a vasúti közlekedés területén. Az olyan foglalkozás mint a fűtő, csavarkapocs meghúzó, csapágykenő és igen sok helyen a váltóőr, saruzó, sorompóőr stb. foglalkozása már a múlté. Ezzel egyidejűleg a munka tartalma igen sok vasúti foglalkozás területén teljesen megváltozik.

Az egész szovjet néppel együtt a vasúti dolgozók egyhangúan és lelkesedéssel elfogadták a kommunista társadalom építésére a Párt XXII. Kongresszusán jóváhagyott óriási terveket. A hazájuk javára végzett önfeláldozó munkájukon túlmenően megértik, hogy a kommunizmusért vívott harc nem egyéb, mint a sok millió ember jobb életéért és ragyogó jövőjéért folytatott harc. Ennek érdekében a termelőerők gigantikus fejlesztése, az anyagi és szellemi javak bőségének megteremtése szükséges. Ezért tekinti Pártunk a kommunizmus anyagi-műszaki bázisának létrehozását a legfontosabb láncszemnek a gazdasági, szociális és kulturális feladatok között; ennek eredményes megoldása lehetővé teszi a szükséges feltételek megteremtését a továbbiakban a szükséglet szerinti elosztásra való áttéréshez.

A Pártunk új programtervezetében kitűzött legfontosabb gazdasági feladat: két évtized alatt létre kell hozni a kommunizmus anyagi-műszaki bázisát. A népgazdaság rohamos fejlődése a fuvarozás mennyiségének további növekedését, valamennyi közlekedési ágazat gyors fejlődését igényli. A vasutak áruforgalma 1980-ban kb. a háromszorosára növekszik. Jelentősen növekszik a személyfuvarozás is.

Az elkövetkező húsz év alatt több tízezer kilométer hosszú új vasútvonal és második vágány épül, elsősorban Kazahsztán, Ural, Szibéria és Távol-Kelet körzeteiben, ahol a termelőerők még nagyobb fejlődése várható.

A korábbiakhoz mérten a közlekedés műszaki átépítésében a legfontosabb láncszem továbbra is a vasút átállítása marad a villamos vontatásra. Az elkövetkező tíz évben a villamosított vonalak hossza meghaladja a 45 ezer km-t, míg a rákövetkező tíz évben befejeződik a hálózat fontosabb sűrűforgalmú vonalainak villamosítása. Túlnyomórészt a progreszszív, váltakozóáramú villamos vontatási rendszer kerül alkalmazásra.

Át kell térni a hat- és nyolctengelyű, vasvázas, 95—120 t raksúlyú, görgőscsapággyal és elektropneumatikus fékberendezéssel ellátott teherkocsik tömeges gyártására. Megszervezik a hosszúméretű, kopásálló sínanyag, valamint a legfejlettebb sínleerősítő szerkezetek gyártását. Igen nagy méretekben meg kell valósítani a hézagmentes pálya építését nagy folyóméter-súlyú sínekből és GEO-rendszerű rugalmas sínleerősítésekkel, kavicságyra helyezett vasbetonaljakon.

Igen nagyarányú munkákat kell végrehajtani az üzemeltetési formák és módszerek további tökéletesítése, a szállítási és műszaki eszközök jobb kihasználása terén azzal a céllal, hogy a fuvarozási tervek teljesítését a legkisebb anyagi ráfordítás mellett lehessen biztosítani.

A vasúti közlekedés előtt álló egyik legfontosabb feladat a vonatok sebességének jelentős növelése ; meg kell javítani a vasútüzemben mindazokat a feltételeket, amelyektől az alap- és az utazási sebesség növelése függ. Tökéletesíteni kell a mozdonyokat, el kell érni sebességük és teljesítőképességük növelését. Gyökeresen át kell alakítani a vonatforgalom szabályozási és a tolatási munka irányítási rendszerét, egész sor technológiai folyamat automatizálása alapján. Ennek a feladatnak a megoldása elválaszthatatlanul összekapcsolódik az automatizálás, a távvezérlés és a távközlés új eszközeinek bevezetésével, valamint a fuvarozás egész technológiai folyamatának komplex gépesítésével.

A vonatok sebességének és a vonalak forgalmi sűrűségének állandó növekedése új jelző-, biztosító, térközbiztosító és távközlő berendezések alkalmazását teszi sürgősen szükségessé, amelyek hozzájárulnak a vonalak átbocsátóképességének növeléséhez és megfelelnek a forgalombiztonság követelményeinek.

Az utóbbi években a forgalmi és távközlési dolgozók, az építő-szerelő vállalatok, a tervezőintézetek, a szerkesztő irodák és az elektrotechnikai üzemek dolgozói igen nagy munkát végeztek az automatizálás, a távvezérlés és távközlés korszerű eszközeinek bevezetése terén.

Az SZKP XX. és XXII. Kongresszusa közötti időben az önműködő térközbiztosító berendezéssel felszerelt és központi forgalomvezérlésre berendezett vonalak hossza több mint 7500 km-rel növekedett. A fővonalak felszerelése ezen új berendezésekkel lehetővé tette a két- és az egyvágányú vonalak átbocsátóképességének jelentős növelését. Igen sok egyvágányú vonalon pl. a vonatok középállomási tartózkodásának csökkentésével az átbocsátóképesség 25—40%-kal, helyenként még ennél is többel növekedett.

A vonalszakaszok átbocsátóképességének növelése szempontjából igen nagy a jelentősége a villamos központi állítóberendezésnek. A XX. és a XXII. Kongresszus közötti időszakban a villamos központi állítóberendezésekben a különböző állomások bekapcsoltak kb. 12 ezer váltót.

A központi forgalomvezérlő és a villamos központi állítóberendezések üzembehelyezése következtében, a vonalak átbocsátóképességének növekedésén kívül, jelentős számú váltóőr, forgalmi szolgálattevő és más dolgozó szabadult fel és kerülhetett más munkaterületre.

Azokon a vonalakon, ahol a közeljövőben nem építenek önműködő térközbiztosító berendezéseket, az elavult villamos iránybotos forgalomlebonyolítási módszert féleutomata térközbiztosító berendezés váltja fel. Egy új gazdaságos félautomata térközbiztosító berendezési rendszer került kidolgozásra, melynek a létesítése a régihez képest felével-harmadával lesz olcsóbb.

E félautomata berendezés alkalmazásával a vonal átbocsátóképessége a vonatkeresztezéshez és a megelőzéshez szükséges idő csökkenése és az állomásokon alkalmazható sebességek megnövelése következtében legalább 10—15%-kal növekszik.

A félautomata térközbiztosító berendezések alkalmazása az utóbbi időkben meggyorsult. Amíg az 1959. évben ilyen berendezéssel mindössze 288 km hosszú pálya volt felszerelve, 1960-ban több mint 5000 km, 1961-ben pedig több mint 10 000 km pályahosszon került bevezetésre.

Az utóbbi években ugyancsak nagy munkálatok folytak a jelző-, biztosító és térközbiztosító berendezések üzemi megbízhatóságának növelése terén. A villamos központi állítóberendezések elavult rendszereit igen sok állomáson korszerűbb rendszerekkel cserélték fel. Jelentős számú állomáson a volnalvillamosítási áram veszélyes hatásának kiküszöbölésére átépítették a sínáramköröket. A térközbiztosító berendezések több mint 6500 jelfogó celláját átalakították tökéletesített kapcsolásúra. Kicseréltek 3700 km hosszú elégtelen szigetelésű kábelt. A Közlekedésügyi Minisztérium Központi Tudományos Kutatóintézetének ajánlásaira 4700 önműködő térközbiztosítási jelzési helyen átalakították a villámvédelmi berendezéseket. Több mint 2100 km hosszon az önműködő térközbiztosító berendezés számára kisegítő áramtáplálási berendezéseket hoztak létre. Ezen kívül 87 helyen komplett elosztó berendezéseket állítottak fel, a kisegítő táplálás automatikus bekapcsolásával. Felszereltek kb. 800 motort a nagyfeszültségű vonalak szakaszkapcsolóinak távirányítású működtetésére. Emellett végrehajtásra került egész sor szervezési és technikai intézkedés.

Az önműködő térközbiztosító berendezések felszerelésével és a villamos vontatással egyidejűleg bevezetésre kerül a vonatbefolyásolóval ellátott folyamatos működésű önműködő mozdonysátorjelző berendezés, amely megjavítja a mozdonyszemélyzet munkafeltételeit és megakadályozza a megálljra álló jelzők meghaladását. Az önműködő mozdonysátorjelző berendezést az 1960—1961. években tökéletesítették és kiegészítették a nyomásra működő periodikus éberségi szerkezettel. A tökéletesített kapcsolás szerint eddig már 5140 mozdonyon alakították át a berendezéseket.

Széles körben kerülnek bevezetésre a vezetékes és a rádióösszeköttetés új berendezései. A XX. és XXII. Kongresszus közötti időben több mint 12 ezer km hosszú vonalat láttak el vonatrádió összeköttetéssel. Ez idő alatt több mint 2500 km hosszú rádiórelé vonal létesült. Az automatikus távbeszélőközpontok építése kb 4800 hívószám kapacitással valósult meg. A távolsági és a vasútigazgatósági távközlési csatornákhoz majdnem mindenütt nagyfrekvenciájú csator-

nákat használnak fel, ami lehetővé teszi a vasútigazgatóságok, a forgalmi főnökségek és a vonali végrehajtó szervek operatívabb irányítását.

Igen nagy munkálatokat kell még végrehajtani a gurítódombok automatizálása terén. Az Októberi Vasútigazgatóság Leningrád rendezőpályaudvarán és a Moszkvai Vasútigazgatóság Loszinoosztrovszkaja állomásán elektronikus számítógép alkalmazásával létesülő önműködő gurítódombi berendezés segítségével nagymértékben növelhető az elegyfeldolgozóképesség és megszüntethető a saruzók nehéz és veszélyes munkája.

Ily módon az SZKP XX. Kongresszusát követő időkben a Szovjetunió vasúti közlekedését ellátták az automatika, a telemechanika és távközlés legújabb berendezéseivel. E műszaki berendezések mennyisége és színvonala meghaladja az Anglia, Franciaország, Olaszország és a Német Szövetségi Köztársaság vasutain alkalmazott berendezésekét, míg egész sor berendezés (mozdonysátorjelző a vonatbefolyásolóval, vonatrádió) tekintetében a Szovjetunió vasutai megelőzték az USA vasutait is. A szovjet vasutak ellátása automata és távvezérlő berendezésekkel azonban még mindig nem kielégítő. A legújabb jelző, biztosító, térközbiztosító és távközlő berendezések bevezetésének ütemét erősen növelni kell és ugyanakkor jobban ki kell használni az átbocsátó- és szállítóképesség további növelésének belső tartalékait. Az önműködő térközbiztosító és központi forgalomvezérlő berendezések 1961-ben üzembe helyezendő egységeire a hétéves tervben előirányzott tervfeladatok teljesítése igen sok vasutigazgatóság területén nem volt kielégítő, különösen a Kazahsztáni, Odesszai és Gorkiji Vasútigazgatóságoknál. Lassú ütemben valósult meg az üzemi szolgálati épületek építése és a kisérő munkák végrehajtása, ami feltartóztatta a korszerű önműködő térközbiztosító és központi forgalomvezérlő berendezések üzembehelyezését.

Az új műszaki berendezések üzembehelyezésének meggyorsításéért folytatott harc legfontosabb feladata az előregyártott építési elemek felhasználásának további bővítése, az elemek tipizálása, a blokelemek és a műhelyi szerelés széleskörű alkalmazása.

A Közlekedésügyi Minisztérium elektrotechnikai üzemeinek ki kell bővíteniök a szükséges készülékek és berendezések gyártását, elsősorban a fényjelzők, villamosmotorok, állványok, vezérlőpultok, kisméretű dugaszos jelfogók és egyéb készülékek tekintetében, a jelző-, biztosító, térközbiztosító és távközlő berendezésekkel kapcsolatban egyre növekvő feladatok megoldása érdekében.

Miközben a vasutakat ellátják az ismert és a gyakorlatban jól bevált önműködő térközbiztosító, központi forgalomvezérlő és villamos állító berendezésekkel, egyidejűleg figyelembe kell venni a tudomány és technika legújabb vívmányait és alkalmazni kell a biztosítóberendezéseket javító korrekciókat.

Igen időszerű — többek között — a forgalomszabályozási műveletek további automatizálása a sűrű forgalmú és központi forgalomvezérlő berendezéssel ellátott szakaszokon. Ezzel kapcsolatban a Leningrádi Vasútmérnöki Intézet és a Vasúti Közlekedés Összszövetségi Tudományos Kutatóintézete kutatni kezdte a forgalomszabályozás lehetőségeit elektronikus számítógépek alkalmazásával. Ezeket a kutatásokat folytatni kell. Az említett berendezések alkalmazása lehetővé teszi a vonatforgalom automatikus szabályozását a megállapított menetrendnek megfelelően és a menetrend be nem tartásának egyes eseteiben az optimális megoldások gyors megtalálását.

A mozdonyon, a menetirányítói központban és az állomásokon felállított automatikus berendezések, a vonali és állomási önműködő forgalomvezérlő berendezésekkel együtt, lehetővé teszik a forgalomszabályozási folyamatok komplex automatizálását a villamos állítóberendezésekkel és központi forgalomvezérlő berendezésekkel ellátott vonalakon és állomásokon.

Az automatika és a telemechanika legújabb berendezéseinek bevezetése mellett a távközlő és biztosítóberendezési szakosztályok és főnökségek dolgozóinak állandóan javítaniok kell a berendezések folyó karbantartását, törekedniük kell a vonali munkák maximális gépesítésére, biztosítaniuk kell a berendezések zavartalan és megbízható működését. Bár az utóbbi években ebben a vonatkozásban is eredményes munkát végeztek, egyes vasútigazgatóságok, mint pl. a Moszkvai, Kazahsztáni, Kujbisevi, Dél-Urali, Szverdlovszki, Nyugat-Szibériai, Donyecki Vasútigazgatóság területén még mindig sok hiányosság tapasztalható a berendezések műszaki állapotában és üzemi karbantartásában. Még mindig gyakran előfordul a Műszaki Üzemi Szabályzat (PTE) és a szolgálati utasítások határozmányainak be nem tartása a berendezések karbantartásánál és javításánál. Az egyes műszerészek nem ismerik kellően a készülékek kapcsolását és szerkezetét, és nem hajtják végre rendszeresen a technológiai folyamat grafikonjaiban előirányzott munkákat.

Igen sok szakaszon nem hoztak létre a berendezések táplálására tartalék áramforrásokat. Hiányoznak az önműködő berendezések az alapáramforrásokról a kisegítő áramforrásokra való átkapcsoláshoz. Egyes készülékek működése a megbízhatóság szempontjából nem kielégítő.

A biztosító berendezések üzemzavarai közül igen sok azért következik be, mert a pályafenntartási dolgozók rosszul végzik az önműködő térközbiztosító beren-

dezés sináramköreinek karbantartását, a forgalmi dolgozók pedig nem használják kellő hozzáértéssel e berendezéseket és végül az energiaellátás folyamatossága hiányos.

A Közlekedésügyi Minisztérium távközlő és biztosítóberendezési főosztályának, osztályainak, a vasútigazgatósági távközlő és biztosítóberendezési osztályoknak és főnökségeknek meg kell erősíteniük a műszerészek és szerelők között folytatandó nevelőmunkát, törekedniök kell a berendezések kiszolgálására kidolgozott technológiai folyamatok grafikonjaiban előírtak szigorú teljesítésére és a Műszaki Üzemi Szabályzat, valamint a biztonsági szabályok követelményeinek feltétlen betartására. Állandóan gondoskodni kell az üzemi személyzet műszaki ismeretének növelése, továbbá az újonnan üzembe helyezendő berendezések kiszolgálására kijelölt dolgozók kellő idejű tovább- és átképzése iránt.

Az önműködő térközbiztosító, a villamos központi állító és egyéb berendezések zavartalan üzemeltetésének biztosítása érdekében a legrövidebb időn belül függetleníteni kell e berendezések áramellátását az összes lehetséges helyi energiaellátó forrásoktól. Az energiaellátó források átkapcsolására széles körben alkalmazni kell az önműködő berendezéseket, felhasználva erre a célra nemcsak a meglevő szabvány-berendezéseket, hanem az újítók javaslatait is.

A berendezések folyó fenntartásának megjavítása szempontjából nagy jelentőségű a sináramkörök állapotának havonkénti felülvizsgálása. A szakosztályok vezetői kötelesek fokozni a távközlő és biztosítóberendezési ellenőrségek, valamint a pályafenntartási főnökségek vezetőivel szemben támasztott igényeket az említett felülvizsgálatok rendszeres végrehajtása és a megállapított hiányosságok haladéktalan kiküszöbölése tekintetében.

A Szovjetunió 1962-ben a hétéves terv negyedik évébe lépett. A hétéves terv teljesítése és túlteljesítése komoly hozzájárulást jelent a kommunizmus anyagi-műszaki bázisának létrehozásához. Éppen ezért rendkívül fontos a vasút minden kollektívája részéről hónapról-hónapra biztosítani a termelési feladatok teljesítését.

A Szovjetunió vasúthálózata területén 1962-ben nagy munkák kerülnek végrehajtásra a központi forgalomvezérlő, az önműködő térközbiztosító, a villamos központi állító stb. berendezések építése terén. Ezzel kapcsolatban rendkívül fontos a szükséges berendezéseknek a Közlekedésügyi Minisztérium üzemei részéről történő kellő idejű leszállítása, nehogy a szerelőmunkák zavart szenvedjenek.

Jelenleg több mint 58 ezer távközlési dolgozó vesz részt aktívan a kommunista munkáért folytatott mozgalomban. Ezt a kitűnő mozgalmat ki kell terjeszteni, valamennyi dolgozó bevonásával, az Októberi Vasút dolgozóinak felhívására munkaversenyt kell indítani valamennyi termelési feladat teljesítéséért és túlteljesítéséért.

A Kommunista Párt és lenini Központi Bizottsága, a kommunizmus ügyéért fáradhatatlanul harcoló N. Sz. Hruscsov elvtárs irányításával a vasúti dolgozók becsülettel valósítják meg az SZKP XXII. Kongresszusán hozott történelmi döntésekben eléjük kitűzött feladatokat és hozzájárulnak a kommunizmus építésére vonatkozó óriási tervek megvalósításához.

ÉPÍTÉS- ÉS KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI KÖZLEMÉNYEK

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának keretében működő Építéstudományi, Építészettörténeti és Elméleti, Hidrológiai és Vízgazdálkodási, Közlekedéstudományi, valamint Településtudományi Bizottság folyóirata.

Megjelenik negyedévenként.
Évi előfizetési díja: 100,— Ft.

Megrendelhető a Posta Központi Hírlapirodánál, Budapest, V., József nádor tér 1.

Kvadratikus szállítási promblémák programozása*

JÁNDY GÉZA

1. Bevezetés

Ismeretes, hogy a *lineáris programozás* módszereivel igen sokféle optimalizálási feladat, variációs probléma megoldható. Ilyenek az elosztási és beosztási problémák, a különféle keverékek (ötvözetek, olajok, szemszerkezetek stb.) legjobb összetételének meghatározása, a hulladékmegtakarítást célzó kiszabási feladatok, termelési programok stb. A lineáris programozás módszerei rohamosan elterjedtek és a gazdasági és ipari élet legkülönbözőbb területein hatékonyan alkalmazzák azokat. Közlekedésünk és építőanyagellátásunk területén több kísérlet történt e módszer bevezetésére vonatkozóan és a lefolytatott vizsgálatok mind bebizonyították, hogy a lineáris programozás itt jelentős megtakarításokat eredményezhet [1].

Mint tudjuk, a lineáris programozás fogalomkörébe olyan matematikai módszerek tartoznak, amelyeknek segítségével bizonyos lineáris feltételekkel meghatározott konvex halmazon értelmezett többváltozós lineáris függvény szélső értéke egyszerű numerikus úton meghatározható. A konvex halmazt általában nagy szabadságfokú és csak nem-negatív változókra értelmezett lineáris egyenletrendszer írja le. Gyakran előfordul, hogy a problémát leíró, körülhatároló feltételek egyenlőtlenségek, de ez az egyenlőtlenség-rendszer fiktív helyek és kiegyenlítő-változók felvételével mindig átalakítható egyenletrendszerré.

A lineáris programozás módszerei tehát mindig eredményesen alkalmazhatók akkor, ha a lehetséges megoldások halmaza lineáris egyenletekkel leírható és a hatékonysági függvény, vagyis az optimalizálandó célfüggvény lineárisnak tételezhető fel, amivel általában — bizonyos határok között — jól megközelíthetjük valamilyen objektív érték vagy mennyiség valódi változását, amit egészen pontosan sokszor nem is ismerünk.

Előfordulhat azonban, hogy ezzel a közelítéssel nem elégedhetünk meg, a függvény alakja, vagy a magasabb pontossági követelmény miatt, de esetleg maga a probléma is olyan, hogy a megoldás hatékonysága vagy gazdaságossága csak nemlineáris függvényben vizsgálható [2].

2. A lineáris és kvadratikus költségfüggvények

Nézzük az ún. *szállítási problémát*, amely az alábbi matematikai összefüggésekkel írható le :

$$f(x_{11}, \ldots, x_{ij}, \ldots, x_{mn}) = \sum_{i,j} c_{ij} |x_{ij}| \qquad (1)$$

ahol

$$i = 1,2, \ldots, m; \text{ és } j = 1,2, \ldots, n$$

és

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \alpha_i$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \beta_j \qquad (2)$$

ahol

$$\alpha_i, \beta_j > 0$$

és

$$\sum_i \alpha_i = \sum \beta_j \qquad (3)$$

Mint a bevezetőben már említettük, a lineáris programozási feladatokat rendszerint csak a nemnegatív változókra értelmezik ($x_{ij} \geqq 0$), mivel itt általában minden esetben olyan mennyiségről van szó, mely vagy van, vagy nincs, de negatív nem lehet. A szállítási problémánál azonban a negatív mennyiséget értelmezhetjük úgy, mint ellentétes irányú áramlást, ami nem lehetetlen. Ezért, ha arra nincs külön indokunk, a fenti korlátozást itt nem kell alkalmaznunk. A hatékonysági függvényben azonban ekkor a változókat abszolút értékükkel kell szerepeltetni, hiszen most sem „negatív mennyiségek" szállításáról van szó.

Keressük a szállítási probléma optimumát pl. a *szállítási költség* függvényében.

Vizsgáljuk meg, hogy a szállítási probléma lineáris költségfüggvénye mit tartalmaz és mikor kell arról a kvadratikus költségfüggvényre áttérni.

Ha optimálisnak azt a tervet tekintjük, amely minimális szállítási összköltséggel valósítható meg, akkor az (1) függvénynek a megoldáshoz tartozó szállítási összköltséget kell megadnia [3]. Ilyen alakú lehet a szállítási költségfüggvény akkor, ha a szállítás viszonylag állandó, vagyis a szállított tömegtől (az ún. akció paramétertől) független költségeit figyelmen kívül hagyhatjuk, mivel pl. a feladat összes lehetséges szállításához a technikai elemek és igazgatási szervek megvannak, vagy mert a fajlagos (azaz 1 tonnára eső) állandó költségek legalábbis kiinduló vagy rendeltetési helyenként azonosak. Az x_{ij}, vagyis az (1) függvény független változója a szállított tömeget fejezi ki, tehát $x_{ij} = Q_{ij}$.

Ebben az esetben

$$c_{ij} = \overset{Q}{m}_{ij} + l_{ij} \cdot \overset{l}{m}_{ij} \qquad (4)$$

ahol $\overset{Q}{m}_{ij}$ = a fajlagos árukezelési költség, másképpen a szállított tömeg költségmutatója az i—j viszonylaton ;

l_{ij} = a szállítási távolság i—j viszonylaton ;

$\overset{l}{m}_{ij}$ = a szállítási teljesítmény egységére eső változó költség, másképpen a tonnakilométer költségmutatója i—j viszonylaton.

* A szerző előadása az *Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Közlekedéstudományi Kollokviumán*, 1961. nov. 23-án.

Az optimalizálandó költségfüggvény ekkor az egyes viszonylatok változó szállítási költségeiből tevődik össze :

$$K^v = K^v_{11} + \ldots + K^v_{ij} + \ldots + K^v_{mn} \qquad (5)$$

ahol az előbbiek szerint :

$$K^v_{ij} = (m^Q_{ij} + l_{ij} m^l_{ij}) \; |Q_{ij}| \qquad (6)$$

Az egyes viszonylatok állandó tag nélküli szállítási költségfüggvénye tehát — az origóból induló — *költségegyenesel (1. ábra)* írható le.

Az optimum fenti megfogalmazása esetén tehát a szállítási költség viszonylatonként csak a szállított tömegtől függ, mert a programozás alatt az egyes viszonylatokban a szállítási távolság (l_{ij}) konstans.

Ha m^Q_{ij} valamennyi viszonylatban állandó (vagy legalább a költségmátrix soraiban vagy oszlopaiban állandó), akkor annak az optimumkeresésre nincs befolyása, tehát elhagyható. Ugyancsak, ha az m^l_{ij} költségmutató valamennyi viszonylatban állandó, ezt is elhagyhatjuk.

Akkor tehát, ha a szállítási egységköltség változatlansága biztosított és ez az egységköltség az összes viszonylaton azonos, a minimális szállítási költséggel megvalósítható megoldást legegyszerűbben a szállítási teljesítmény függvényében kaphatjuk meg. Az így megfogalmazott optimum azonban rendszerint csak a fuvaroztató számára jelent optimumot, mivel ő tarifális díjtételeket alkalmaz.

Ebben az esetben az optimalizálandó függvény :

$$T = l_{11} \, |Q_{11}| + \ldots + l_{ij} \, |Q_{ij}| + \ldots + l_{mn} \, |Q_{mn}| \qquad (7)$$

Ha azonban az egységköltségek és a viszonylag állandó költségek viszonylatonként változnak, s az utóbbiak attól függően jelentkeznek, hogy valamely viszonylat szerepel-e a megoldásban vagy sem, sőt ha az egyes viszonylatokon a szállítási, rakodási és anyagkezelési módok is különbözők, akkor a költségfüggvény lineáris elemeinek költségmutatóit, sőt az állandó költségeket is ismernünk kell. Most

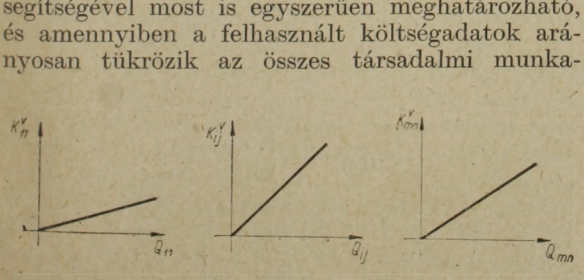
$$K = \sum_{i,j} K_{ij}$$

ahol (8)

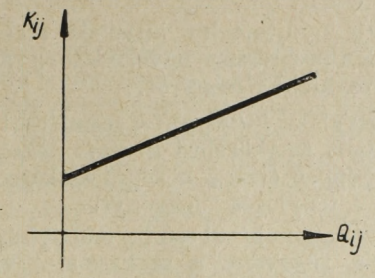
$$K_{ij} = (m^Q_{ij} + l_{ij} m^l_{ij}) \; |Q_{ij}| + K^a_{ij}$$

és ennek *költségegyenese* a *2. ábrán* látható.

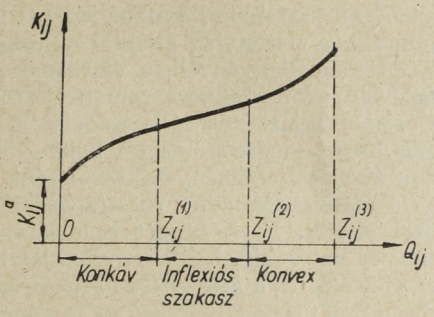
Az optimális megoldás a lineáris programozás segítségével most is egyszerűen meghatározható, és amennyiben a felhasznált költségadatok arányosan tükrözik az összes társadalmi munka-



1. ábra



2. ábra



3. ábra

ráfordítást, a kapott optimum gazdaságilag valóban a leghatékonyabb megoldás lesz.

Fentiekben a szállított tömeget — összhangban az (1) függvénnyel — abszolút értékkel tüntettük fel, ami jogos akkor, ha a költség szempontjából közömbös, hogy i—j vagy j—i irányú az áramlás.

A megoldásban szereplő bármely negatív irányú, vagyis egy kiinduló hely felé haladó áramlás az így megfogalmazott függvény értékét nyilvánvalóan növelni fogja, mert a (2)-ből következik, hogy ilyen esetben a diszpozíciós mennyiségek abszolút értékeinek összege nagyobb lesz, mint a rendelkezésre álló teljes mennyiség. A szállítási probléma megoldásaként ugyanis valamely viszonylaton negatív irányú áramlás csak úgy adódhat, ha egy mennyiség (áramlat) saját kiinduló helyéről valamely végleges rendeltetési helyre egy másik rendeltetési és kiinduló helyen keresztül jut el. Mivel a szállítási probléma paraméterei viszonylatonként a leghatékonyabb szállításokra vonatkoznak és minden kiinduló helyről minden rendeltetési helyre elvileg lehetséges a szállítás, az (1) függvény minimumát adó optimális szállítási tervben általában csak kiinduló helyről rendeltetési hely felé haladó áramlatok szerepelnek, vagyis az optimális megoldásban negatív előjelű mennyiség nem fordul elő.

Mivel legalábbis a fajlagos változó-költségek a közlekedési ágazat adott viszonyok közötti gazdaságos kihasználását jelző, elég tág tonnateljesítmény-határok között állandónak tekinthetők, a minimális társadalmi munkaráfordítással megvalósítható szállítási tervet a *lineáris programozással* jól megközelíthetjük.

Ugyanakkor a közlekedésgazdaságtanból tudjuk, hogy valamely viszonylatban, meghatározott szállítási mód esetén, a szállítási tömeg függvényében kifejezett szállítási reálköltségeket általában csak közelítőleg ábrázolhatjuk egyenes vonallal. Első szakaszában ez a függvény esetleg degreszszíven növekszik, tehát a görbéje alulról konkáv,

majd egy nyújtottabb inflexiós szakasz után rendszerint progresszív növekedésbe, vagyis alulról konvex alakba megy át.

Az ilyen alakú *költséggörbét* szemlélteti a *3. ábra*. A valóságot megközelítő *lineáris költségfüggvény* tulajdonképpen csak a középső szakaszon helyettesítheti a tényleges függvényt.

Az e szakaszon kívül eső Q_{ij} mennyiségek esetén a lineáris függvény a szakasz alsó vagy felső határaitól távolodva mindjobban torzít.

Ezért olyan esetekben, amikor a fenti költségmutatók, sőt a viszonylag állandó költségek is a szállított tömeg függvényeiben változnak és azok a feladatban előfordulható tonnateljesítmények között sem tekinthetők állandónak, az egyes viszonylatok tényleges költséggörbéjét — esetleg hosszabb tonnateljesítményszakaszonként — *magasabb fokszámú racionális egészfüggvénnyel* kell megközelítenünk. Ezek között a legkönnyebben kezelhető és valószínű, hogy a gyakorlat igényeit sokszor ki is elégíti, a *kvadratikus költségfüggvény*:

$$K_{ij} = p_{ij}Q_{ij}^2 + q_{ji}\,|\,Q_{ij}\,| + K_{ij}^a \qquad (9)$$

ahol p_{ij} = a kvadratikus, összevont költségmutató,

q_{ij} = a lineáris összevont költségmutató és

K_{ij}^a = a szállított tömegtől független állandó költség.

Itt q_{ij} és K_{ij}^a nem-negatív racionális számok, míg p_{ij}-re vonatkozóan előjelkorlátozást nem teszünk, és a (9) szerinti függvényt mindig csak valamely $[Q_y, Q_z]$ zárt intervallumon értelmezzük.

Előfordulhatnak más formájú költséggörbék, de egyéb nem-lineáris szállítási problémák is. Ezért a szállítási problémát ki kell terjesztenünk a nem-lineáris hatékonysági függvényekre is, miközben a lehetséges megoldások halmaza nem változik, vagyis a (2) és (3) szerinti korlátozó feltételeink továbbra is érvényesek maradnak.

3. A legegyszerűbb kvadratikus célfüggvény

A nem-lineáris programozási feladatok egyik csoportját olyan hatékonysági függvények jellemzik, amelyeknek viszonylatonkénti elemei alulról konvex ívű polinomok, tehát értékük a diszpozíciós mennyiséggel progresszíve növekszik, ami azt jelenti, hogy a függvény első differenciálhányadosa az értelmezési tartományon belül folytonosan növekszik. E csoporton belül bizonyos szállítási problémák a következő kvadratikus modellben írhatók le:

Keressük a (10) szerinti

$$f(x_{11}, \ldots, x_{ij}, \ldots, x_{mn}) =$$
$$= c_{11}x^2 + c_{12}x_{12}^2 + \ldots + c_{1n}x_{1n}^2 +$$
$$+ c_{21}x_{21}^2 + \ldots + c_{m1}x_{m1}^2 + \ldots + c_{mn}x_{mn}^2;$$
$$f(x_{ij}) = \sum_i \sum_j c_{ij}x_{ij}^2, \qquad (10)$$

ahol $i = 1,2,\ldots, m$
$j = 1,2,\ldots, n$

függvény szélső értékét a (2) szerinti egyenletrendszerrel meghatározott $(m + n - 1)$ dimenziós felületen. A (3) szerinti egyenlőség miatt ugyanis $(\Sigma\alpha = \Sigma\beta)$ a (2) szerinti $m + n$ egyenlet közül csak $(m + n - 1)$ független. A fenti összefüggésekben α_i, $\beta_i > 0$, $c_{ij} \geqq 0$, de x_{ij}-re vonatkozóan ilyen kikötést nem teszünk. Ez a feladat a feltételes szélsőértékek matematikai analízisének szabályai szerint, a *Lagrange*-féle multiplikátorok bevonásával és parciális differenciálhányadosok képzésével megoldható. A megfelelő átalakítások után a (11) szerinti

$$\begin{array}{c|c} & \begin{array}{cccccccc} 1 & i & m & m+1 & m+j & m+n \end{array} \\ \begin{array}{c} 1 \\ \vdots \\ i \\ \vdots \\ m \\ \hline m+1 \\ \vdots \\ m+j \\ \vdots \\ m+n \end{array} & \left[\begin{array}{cccc:ccc} \sum\limits_j \frac{1}{c_{1j}} & \ldots & 0 & \frac{1}{c_{11}} & \ldots & \frac{1}{c_{1n}} \\ & & & & & \\ & & & & & \\ 0 & \ldots & \sum\limits_j \frac{1}{c_{mj}} & \frac{1}{c_{m1}} & \ldots & \frac{1}{c_{mn}} \\ \hdashline \frac{1}{c_{11}} & \ldots & \frac{1}{c_{m1}} & \sum\limits_i \frac{1}{c_{il}} & \ldots & 0 \\ & & & & & \\ \frac{1}{c_{in}} & \ldots & \frac{1}{c_{mn}} & 0 & \ldots & \sum\limits_i \frac{1}{c_{in}} \end{array}\right] \left[\begin{array}{c} \lambda_1 \\ \vdots \\ \lambda_m \\ \lambda_{m+1} \\ \vdots \\ \lambda_{m+n} \end{array}\right] = 2 \left[\begin{array}{c} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_m \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_n \end{array}\right] \end{array} \qquad (11)$$

mátrixegyenletet kapjuk, amelynek együtthatómátrixa egy $(m + n)$-edrendű kvadratikus mátrix. Ezt a mátrixegyenletet megoldva, ami igen praktikusan végezhető el a szimplex táblázatban, megkapjuk a *Lagrange*-féle multiplikátorok értékeit és ezeket a (12) szerinti

$$\left.\begin{array}{l} x_{11} = \dfrac{\lambda_1 + \lambda_{m+1}}{2c_{11}} \\ x_{ij} = \dfrac{\lambda_i + \lambda_{m+j}}{2c_{ij}} \\ x_{mn} = \dfrac{\lambda_m + \lambda_{m+n}}{2c_{mn}} \end{array}\right\} \qquad (12)$$

összefüggésekbe helyettesítve eljutunk a keresett x_{ij} diszpozíciós mennyiségekhez.

4. A közlekedési hálózat átbocsátóképességét optimálisan kihasználó áramlati eloszlás

Az előbbi modellben leírhatjuk a *közlekedési hálózat átbocsátóképességét optimálisan kihasználó áramlati eloszlás* problémáját [4]. A közlekedési hálózat átbocsátóképességén a hálózatot képező pályáknak (útvonalak, kereszteződések, csomópontok stb.) álló berendezéseiből adódó teljesítőképességét értjük [5]. Ezt a teljesítőképességet a közlekedési áramlás, vagyis a mozgásban levő és meghatározott szállítóképességgel rendelkező közlekedési egységek használják ki.

A közlekedési berendezések átbocsátóképességét szervezéssel is növelhetjük, ha a forgalom lebonyolítása céljából az egyes útvonalakon azok átbocsátóképességével arányos áramlatokat hozunk létre.

Az áramlatok lehetnek tartósak, de jelentkezhetnek alkalmilag is, esetenként, különböző időpontokban. A tartós áramlatok lefolyása lehet egyenletes, de lehet lökésszerű is. Az alkalmi áramlat lefolyása rendszerint lökésszerű, bár ez is felvehet olyan időbeli eloszlást, hogy egy rövidebb időszakon belül egyenletes áramlás képét mutatja. Az egy útvonalra kerülő különböző áramlatok határozzák meg valamely keresztmetszetben az áramlás erősségét. Nyilvánvalóan, ha sok áramlat kerül egy útvonalra, akkor ott növekedni fog az áramlásnak a zavarokkal szembeni érzékenysége, és nő a zavarok bekövetkezésének valószínűsége. Ezek miatt csökkenni fog az áramlási sebesség. Rosszabb esetben torlódások keletkezhetnek és az adott pályán a forgalom hosszabb-rövidebb ideig szünetelhet is. Emiatt a közlekedési egységek, vagyis a járművek teljesítménye igen leromlik, kihasználási fokuk lényegesen csökken. Az útvonal túlterhelése miatt a fenntartási költség növekszik. Ugyanakkor más útvonalak fenntartása — azok átbocsátóképességének igen alacsony kihasználása miatt — nem gazdaságos [6].

Így aztán felmerülhet az a kívánság, hogy a szállítási feladatot olyan áramlatokkal oldjuk meg, amelyek a hálózat átbocsátóképességét optimálisan használják ki. Ezt az optimumot első közelítésben egy olyan áramlatkombinációval kaphatjuk meg, amely mellett a teljes áramlásnak a korlátozott átbocsátóképességek miatti ellenállási munkája minimum lesz. Ezt a minimumot pedig elektromos analógiára a (10) szerinti kvadratikus függvényben kereshetjük, ahol a c_{ij} paraméterek most az egyes útvonalak átbocsátási ellenállásainak mutatói. Ennek a függvénynek minimumát tényleg olyan megoldás adja, mely a szállítási feladatot leíró (2) korlátozó feltételekkel meghatározott halmazon belül az egyes útvonalakat átbocsátóképességük arányában használja ki. Ez az eloszlás általában a hálózatban szereplő összes útvonalakat igénybe veszi, és ha a pozitív áramlási irányt úgy vesszük fel, hogy az a forrástól a rendeltetési hely felé mutat, akkor esetleg egyes útvonalakon negatív irányú áramlást is kaphatunk.

Ezeken az útvonalakon az x_{ij} diszpozíciós mennyiség előjele negatív lesz. Ez akkor következik be, ha valamely áramlat egy — a pozitív irányú áramlatoktól már erősen igénybevett — viszonylat miatt nem mehet közvetlenül a saját rendeltetési helyére, hanem oda csak egy idegen rendeltetési helyen, majd egy másik forráson keresztül haladva juthat el. Amennyiben az áramlások irányára vonatkozóan nem teszünk kikötést, a fenti feladat optimális megoldását a (11) és (12) szerinti összefüggésekből határozhatjuk meg.

Ha negatív irányú áramlások nem szerepelhetnek a megoldásban, akkor vissza kell térni a szimplex módszerhez és abból fejleszthetünk ki egy fokozatos közelítéses eljárást. Ugyanis, mint ismeretes, a szimplex táblából bármelyik bázis esetén kiolvashatjuk a lehetséges megoldások teljes halmazát, amit a (13) szerinti

$$\mathbf{x} = \mathbf{d}_0 - t_1\,\mathbf{f}_1 - t_2\mathbf{f}_2 - \ldots - \\ - t_{m\cdot n-r}\mathbf{f}_{m\cdot n-r} \qquad (13)$$

összefüggés ír le. Itt $\mathbf{d}_0$ vektor a feltételi egyenletekből előállított mátrixegyenletnek az illető bázisra vonatkozó megoldását adja, míg az $\mathbf{f}$ vektorok a bázisban nem szereplő oszlopvektoroknak a bázisra vonatkozó koordinátáiból vannak előállítva és a szimplex táblákból kiolvashatók.

A jobb oldalon szereplő „t" skalárok egymástól függetlenül bármilyen értéket felvehetnek. Az „r" index az együtthatómátrix rangját jelöli.

A (13) összefüggéssel leírt megoldáshalmazon belül azt az $\mathbf{x}$ pontot keressük, amely a (10) függvény minimumát adja. Ehhez $(m\cdot n - r)$ darab t skalárt kell meghatároznunk. Minden újabb t értéktől azt kívánjuk, hogy bevonásával a (10) függvény értéke a lehetőség szerint maximálisan csökkenjen. Így a t skalárt a függvénynövekmény szélső értékeként határozzuk meg és meggyőződhetünk arról, hogy itt ez utóbbi pozitív nem lehet. Könnyen levezethető, hogy a függvénynövekmény negatív szélsőértékét pl. az $\mathbf{f}_1$ vektor bevonása esetén a t_1-nek a (14) szerinti

$$t_1 = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}d_{o,ij}f_{1,ij}}{\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}f_{1,ij}^2} \qquad (14)$$

kifejezése adja. A $\mathbf{d}_0$ bázismegoldásról t_1 fenti értékének behelyettesítésével a

1. ciklus :

$$\mathbf{d}_1 = \mathbf{d}_0 - t_1\mathbf{f}_1,\ \mathbf{d}_2 = \mathbf{d}_1 - t_2\ \mathbf{f}_2$$

$$\mathbf{d}_{m\cdot n-r} = \mathbf{d}_{m\cdot n-r-1} - t_{m\cdot n-r}\mathbf{f}_{m\cdot n-r}$$

2. ciklus : $\mathbf{d}'_0 = \mathbf{d}_{m\cdot n-r};\ \mathbf{d}'_1 = \mathbf{d}'_0 - t'_1\ \mathbf{f}_1 ; \ldots;$

$$\mathbf{d}'_{m\cdot n-r} = \mathbf{d}'_{m\cdot n-r-1} - t'_{m\cdot n-r}\mathbf{f}_{m\cdot n-r}$$

3. ciklus : $\mathbf{d}''_0 = \mathbf{d}'_{m\cdot n-r}$ stb.

összefüggések szerint áttérhetünk a $\mathbf{d}_1$ megoldásra, majd t_2 meghatározásával $\mathbf{d}_2$-re stb. Így $m\cdot n - r$ lépés után már a $t_{m\cdot n-r}$ skalárt is meghatároztuk és a $\mathbf{d}_{m\cdot n-r}$ megoldásvektort kapjuk. Most ez utóbbi

megoldáshoz újból meghatározzuk a t_1 skalár értékét és az egész ciklus elölről kezdődik. Ennek a közelítésnek akkor lesz vége, ha egy olyan ciklushoz jutunk, amelyben az összes „t" skalár értéke zéró. Ebben az esetben a megoldásvektor komponensei már azonosak a (10) függvény minimumát adó diszpozíciós mennyiségekkel.

A „t" skalár akkor vehet fel zéró értéket, ha a (14) számlálójában levő szorzatok összege ugyancsak zéró, vagyis

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} c_{ij}d_{0,ij}f_{s,ij} = 0 \qquad (16)$$

ahol $s = 1,2,\ldots,m\cdot n - r$

Ha ezt az összefüggést, amelyben $d_{0,ij} = x_{ij}$, a független változóra vonatkozó feltételnek fogjuk fel, „$m\cdot n - r$" feltételi egyenletet kapunk, míg a feltételi egyenletek másik csoportját — a hiányzó „r" független egyenletet — a (13) vektoregyenlet foglalja össze. Itt most a t_s skalárok helyébe x_s ismeretlenek írandók, mert a teljes egyenletrendszer megoldása a (2)-nek eleget tevő $t_s = x_s$ értékeket is megadja, de ugyanakkor, amint ez a (13)-ból következik, a bázismegoldásban szereplő $x_g (g = 1,2,\ldots,r)$ értékek is megváltoznak. Így egy határozott egyenletrendszerhez jutunk, amely a (2) és (10)-zel meghatározott $m\cdot n$ ismeretlenes feladatot $m\cdot n$ független egyenlettel írja le. Ily módon a (10) szerinti függvény optimumát egyetlen egyenletrendszer megoldásával is megkaphatjuk, ha ismerjük (2)-nek egy bázismegoldását. Amennyiben a változók csak nem-negatív értéket vethetnek fel, az egyenletrendszert

$$\mathbf{Ax} + \mathbf{Ey} = \mathbf{a}_0 \text{ (ahol } \mathbf{x} > \mathbf{o})$$

alakra ki kell bővíteni és ekkor a (10) függvény lehetséges minimumát a kibővített mátrixegyenletnek az a megoldása adja, melynek bázisában már csak ki nem cserélhető egységvektorok szerepelnek és

$$\sum_{ij} y_{ij}$$

értéke legközelebb esik zéróhoz.

Ha, mint a fentiekben is, a minimummá teendő (10) függvény alulról konvex alakú kvadratikus függvények összegéből áll elő, akkor *konvex kvadratikus programozásról* beszélhetünk.

A közlekedési hálózat átbocsátóképességét optimálisan kihasználó áramlatok programozása esetén az egyes viszonylatokon az ellenállási munkát az

$$f(x_{ij}) = c_{ij}x_{ij}^2 \qquad (17)$$

ahol : $i = 1,2,\ldots, m$
$j = 1,2,\ldots, n$

függvények fezeik ki. Általában az egyes viszonylatokhoz tartozó konvex hatékonysági függvényt olyan polinommal írhatjuk le, melynek értéke a diszpozíciós mennyiséggel progresszíve növekszik, ami azt jelenti, hogy a függvény első differenciálhányadosa, annak értelmezési tartományán belül, szintén folytonosan növekszik. A polinomok ismert általános alakját az

$$f(x_{ij}) = c_{ij,0}x_{ij}^w + \\ + c_{ij,1}x_{ij}^{w-1} + \ldots + c_{ij,w-1}x_{ij} + c_{ij,w} \qquad (18)$$

összefüggés mutatja, ahol az „w" valamely természetes szám.

Jelentkezhet a szállítási feladat úgy is, hogy a (2) szerint feltételekben csak a β_j értékek adottak és a *források kibocsátását úgy kell meghatározni, hogy az igényeket kielégítsük, de ugyanakkor a hálózat átbocsátóképességét optimálisan használjuk ki.* Ebben az esetben rendeltetési helyenként kell az optimális megoldást keresni, vagyis minden (19) szerinti

$$f(x_{ij}) = \sum_{i=1}^{m} c_{ij}x_{ij}^2 = \min \qquad (19)$$

ahol $j = 1,2,\ldots, n$
függvény minimumát a (20) szerinti

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = \beta_j \qquad (20)$$

feltétel mellett külön kell meghatározni. Így a feltételes szélsőérték-számítás szabályai szerint a diszpozíciós mennyiségeket a (21) szerinti

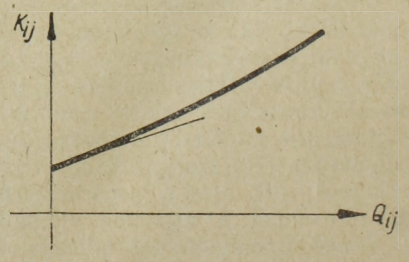
$$x_{ij} = \frac{\beta_j}{\sum_i \frac{1}{c_{ij}}} \cdot \frac{1}{c_{ij}}, \qquad (21)$$

ahol $i = 1,2,\ldots, m$
$j = 1,2,\ldots, n$

igen egyszerű összefüggésekből határozhatjuk meg. Ez a speciális kvadratikus programozási feladat az elasztosztatikából ismert *Castigliano*-féle III. tétellel is megoldható, amire *Potthoff* professzor hívta fel a figyelmet [7].

5. A konvex költségfüggvény

Ha a (9) szerinti kvadratikus költségfüggvényben $p_{ij} \geqq 0$ és ami természetes is, $q_{ij} > 0$ és $K^a{}_{ij} \geqq 0$, akkor ez a függvény egy progresszív (konvex alakú) görbét ír le *(4. ábra)*.



4. ábra

Bár akkor, ha $q_{ij} \gg p_{ij}$, nem valószínű, hogy az optimális megoldásban ellenkező irányú áramlás is fog szerepelni, ez mégsem lehetetlen.

Ha erre a lehetőségre tekintettel akarunk lenni, akkor Q_{ij}-re vonatkozóan előjelkorlátozást nem tehetünk.

Amint könnyen be is bizonyítható, hogy akkor, amikor

$$q_{ij} = 0 \text{ és } K_{ij}^a = 0$$

vagyis

$$K_{ij} = p_{ij}Q_{ij}^2 \text{ és } K = \sum_{i,j} K_{ij}, \tag{22}$$

az optimális megoldásban ellenkező irányú áramlatok is lehetnek.

Így a (9) szerinti viszonylati költségfüggvények mellett a teljes feladat költségfüggvénye

$$\begin{aligned} K = {} & p_{11}Q_{11}^2 + g_{11}|Q_{11}| + \\ & + K_{11}^a + \ldots + p_{ij}Q_{ij}^2 + q_{ij}|Q_{ij}| + \\ & + K_{ij}^a + \ldots + p_{mn}Q_{mn}^2 + q_{mn}|Q_{mn}| + K_{mn}^a \end{aligned} \tag{23}$$

Nyúljunk most vissza a (2) szerinti $m \cdot n - m - n + 1$ határozatlansági fokú egyenletrendszerhez, amelynek megoldáshalmaza valamely bázismegoldáshoz tartozó szimplex táblázatból a (13) szerint kiolvasható.

A (13) összefüggéssel leírt megoldáshalmazon belül azt az x vektort kell meghatároznunk, amely a (23) függvény minimumát adja. Tekintettel a (23) összefüggésben szereplő abszolút tagokra, abban a „t" skalárok szélső értékeit numerikusan is nehéz meghatározni és az optimalizálás csak nehézkes fokozatos közelítéssel lehetséges. Ugyanis a ΔK_s függvénynövekmény minimum-helyét differenciálás helyett most csak t_s értékein végigfutva határozhatjuk meg. Lényegesen egyszerűbb feladat, ha az optimalizálandó függvény a (22) szerinti alakban írható le. Ekkor ugyanis az optimális megoldást egy egyenletrendszer megoldásából közvetlenül, vagy a *Lagrange*-féle multiplikátorok kiszámításával közvetve megkaphatjuk, amint azt a 3. és 4. fejezetben már tárgyaltuk. Az ilyen alakú függvény azonban, amely olyan parabolát ír le, melynek szimmetriatengelye az ordináta és az origoban az érintője az abszcissza, csak kivételesen jellemezheti valamely szállítási költség alakulását. Maradjunk tehát (9) szerinti kvadratikus költségfüggvénynél, amely most konvex alakú. Mondottuk, hogy ha a határköltség kifejezésében szereplő konstansok közül q_{ij} nagyságrendileg lényegesen nagyobb p_{ij}-nél, akkor gyakorlatilag általában mindig előírhatjuk Q_{ij}-re vonatkozóan az előjelkorlátozást $(Q_{ij} \geqq 0)$. Ekkor a (13) kifejezés skalárjainak azon értékeit, amelyek mellett a fokozatos közelítés során a költségdifferencia mindig szélső értéket vesz fel, de az egyik megoldásról a másikra való áttérés a többi viszonylaton sem eredményez ellenkező irányú áramlást, t_s alábbi képletéből határozhatjuk meg:

$$t_s = \begin{cases} \tau_s \text{ (ha } \delta_s \geqq \tau_s \geqq 0) \\ \delta_s \text{ (ha } \delta_s < \tau_s) \\ 0 \text{ (ha } \tau_s < 0) \end{cases} \tag{24}$$

ahol $s = 1, 2, \ldots, m.n-r$, a bázisban nem szereplő oszlopvektorok indexeit jelöli

$$\delta_s = \min_{i,j} \frac{d_{ij}}{f_{s,ij}}, \; (f_{s,ij} > 0)$$

és

$$\tau_s = \frac{2 \sum_{i,j} p_{ij} d_{ij} f_{s,ij} + \sum_{i,j} q_{ij} f_{s,ij}}{2 \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2}$$

a ΔK_s minimum-helyét adja.

A (13) kifejezés skalárjaival szembeni legfőbb követelményünk azonban az, hogy negatív költségdifferenciát eredményezzen, vagyis

$$\Delta K_s < 0 \tag{25}$$

legyen.

Ez akkor következik be, ha

$$t_s \begin{cases} < \dfrac{\sum_{i,j} (2p_{ij}d_{ij} + q_{ij}) f_{s,ij} + \sqrt{\left(\sum_{i,j} (2p_{ij}d_{ij} + q_{ij}) f_{s,ij} \right)^2 - 4\Delta K^a \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2}}{2 \sum_{ij} p_{ij} f_{i,ij}^2} \\ > \dfrac{\sum_{i,j} (2p_{ij}d_{ij} + q_{ij}) f_{s,ij} - \sqrt{\left(\sum_{i,j} (2p_{ij}d_{ij} + q_{ij}) f_{s,ij} \right)^2 - 4\Delta K^a \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2}}{2 \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2} \end{cases} \tag{26}$$

ahol $\Delta K^a = K_s^a - K_g^a$, vagyis a megoldásba újonnan bekerülő és az abból esetleg, de nem szükségszerűen kikerülő viszonylatok állandó szállítási költségeinek különbsége, ha ezek a viszonylag állandó költségek attól függően jelentkeznek, hogy valamely viszonylat szerepel-e a megoldásban, vagy sem.

Ismét a (15) szerinti ciklikus sorrendben haladva, a t_s értékét, a (26) szerinti korlátozást kielégítve, a (24) képletből határozzuk meg. Ha ezeket a feltételeket egyidejűleg nem tudjuk kielégíteni, akkor $t_s := 0$ és áttérünk a következő skalár meghatározásra. A skalárok így kapott sorozata elég gyorsan konvergál és a fokozatos közelítést befejezzük, ha annak (24) szerinti értékei egy cikluson keresztül egy előre megadott, elhanyagolhatóan kicsiny értéken alul maradnak.

Mindez azonban olyan sok számolási munkát kíván, hogy az ilyen optimalizálás *elektronikus számítógép* nélkül alig képzelhető el.

Egyszerűbb a feladat, ha a szállítás viszonylag állandó K_{ij}^a költségeit az optimum-keresésnél elhanyagolhatjuk, mert ebben az esetben a (24) képlet szerinti t_s a (25) feltételt mindig kielégíti és a (26) megszorításra nincs szükség.

6. Konkáv programozás az optimális koncentrált áramlatok meghatározására

A nem-lineáris programozási feladatok másik csoportját olyan minimalizálandó hatékonysági függvények jellemzik, amelyek elemei viszonylatonként alulról konkáv ívű polinomok, tehát értékük a diszpozíciós mennyiséggel degresszíve növekszik, ami azt jelenti, hogy a függvény első differenciálhányadosa az értelmezési tartományon belül folytonosan csökken. De ide tartozik ennek a fordítottja is : a maximalizálandó hatékonysági függvény viszonylatonkénti elemei felülről konkáv ívű polinomok. Ez utóbbit alkalmazhatjuk az *optimális koncentrált áramlatokat adó megoldás* meghatározására, amit elhatározás szerint az

$$f(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij}^2 \qquad (27)$$

ahol $x_{ij} \geqq 0$

függvény maximummá tételével kaphatunk meg. Ebben a függvényben c_{ij} paraméter az i—j útvonal jóságának mutatója, ami az útvonal átbocsátóképességének és hosszának hányadosával lehet azonos. Az x_{ij}-re vonatkozóan előjelkorlátozást kell tenni, mert különben a (27) függvényének a feltételi egyenletekkel megadott értelmezési tartományon belül nem volna felső korlátja.

Ilyen esetekben *konkáv kvadratikus programozásról* beszélhetünk, amit olyan szállítási feladatoknál, mikor az **f** vektor kordinátái csak +1,0 és —1 értékeket vehetnek fel, az egyszerűsített szimplex módszerrel, a duál-disztribuciós módszerrel megfelelő átalakítás után könnyen el lehet végezni. Ez az eljárás azon alapszik, hogy egy $m.n$ típusú nullmátrixot úgy transzformálunk (sorait és oszlopait úgy növeljük, hogy a kombinációs táblázatban a kötött (vagyis a bázismegoldásban felhasznált) mezőkbe éppen a c_{kl} érték kerüljön, ahol a „kl" index jelzi a szállítási feladat bázismegoldásában szereplő oszlopvektorokat, vagyis a kombinációs táblázat kötött mezőit.

Ugyanis a

$$c_{kl} = u_i + v_j \qquad (28)$$

formában minden c_{kl} felírható két tag összegeként és a módosító tényező ezek segítségével a

$$c_{ij} - \bar{c}_{ij} = (-u_i) + c_{ij} - v_j \qquad (29)$$

összefüggés szerint egyszerűen fejezhető ki.

Kvadratikus programozásnál a bázisban nem szereplő, „s" indexszel jelölt oszlopvektorok módosító tényezőjét a

$$\varrho_s = \delta_s \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} f_{s,ij}^2 - 2 \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} d_{o,ij} f_{s,ij}$$

ahol : (30)

$$\delta_s = \min \frac{d_{0,ij}}{f_{s,ij}} > 0$$

összefüggésből kapjuk meg, ami az u'_j, u''_j, valamint v'_j és v''_j potenciálok alkalmazásával a lényegesen egyszerűbb

$$\varrho_s = \delta_s (u'_i + c_{ij} + v'_j) + 2[(-u''_i) - v''_j] \qquad (31)$$

kifejezéssé alakítható át. Itt az egy vesszővel jelzett $(u'_i, v'_j,)$ potenciálokat a (28)-tól eltérően úgy fejezzük ki, hogy sorban is és oszlopban is

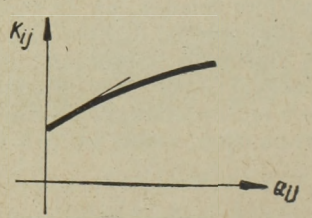
$$\begin{aligned} v'_j &= u'_i + c_{kl} \\ u'_i &= v'_j + c_{kl} \end{aligned} \qquad (32)$$

összeadást végzünk, míg a kétvesszős potenciálok meghatározása úgy történik, hogy a $2c_{ij}x_{ij}$ szorzatokat a sorokban haladva hozzáadjuk, az oszlopokban pedig kivonjuk annak potenciáljából.

Akkor, amikor a hatékonysági függvény maximumát keressük, mint pl. az optimális koncentrált áramlatokat adó megoldásnál is, a bázisba csak olyan oszlopvektort vonunk be, vagyis a kombinációs táblázat szabad mezői közül azt alakítjuk át kötött mezővé, amelyhez pozitív módosító tényező tartozik és ezek közül is elsősorban azt, amellyel maximális $(\delta\varrho_p)$ függvénynövekményt kapunk.

7. Konkáv költségfüggvény

Amennyiben a (9) szerinti költségfüggvény viszonylatonként degresszív (konkáv alakú) költséggörbét ír le *(5. ábra)*, akkor $p_{ij} < 0$ és a negatív ΔK_s abszolút értéke annál nagyobb, minél nagyobb a t_s skalár értéke.



5. ábra

Ebből következik, hogy t_s skalárnak mindig azt a legnagyobb értéket fogjuk adni, amely mellett még nem következik be ellentétes irányú áramlás a megoldásban. Így viszont minden újabb megoldás bázismegoldás marad és az optimális megoldásban az akcióparaméter negatív értékkel nem fog szerepelni.

Minden újabb vektornak a bázisba való bevonásánál megkívánjuk hogy a költségdifferencia értéke zérónál kisebb legyen :

$$\Delta K_s = t_s^2 \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2 - t_s \sum_{i,j} f_{s,ij} (2p_{ij} d_{ij} + q_{ij}) + \\ + \Delta K^a < 0 \qquad (33)$$

Most a (13) szerinti kifejezés skalárjainak értékeit az alábbi képlet szerint kell megválasztanunk :

$$t_s, = \begin{cases} \delta_s & (\text{ha } 2\tau_s < \delta_s) \\ 0 & (\text{ha } 2\tau_s \geqq \delta_s) \end{cases} \qquad (34)$$

ahol :

$$\delta_s = \min_{i,j} \frac{d_{ij}}{f_{s,ij}} > 0$$

és

$$\tau_s = \frac{\sum_{i,j} (2p_{ij}d_{ij} + q_{ij}) f_{s,ij}}{\sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2}$$

a ΔK_s minimum-helyét adja.

Az előbbi fokozatos közelítéses módszer helyett azonban célszerűbb lesz ismét a lineáris programozásból ismeretes duál-disztribuciós módszert alkalmazni, csak a módosító tényező az ún. határköltség változik. Ez a bázisban nem szereplő (s indexű) oszlopvektorokra vonatkozóan most

$$\varrho_s = \delta_s \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2 - \sum_{i,j} (2p_{ij}d_{ij} + q_{ij}) f_{s,ij} \quad (35)$$

és az illető oszlopvektort a bázisba bevonva a (23) függvény növekménye

$$\Delta K_s = \delta_s \varrho_s + \Delta K^a \quad (36)$$

Természetesen a bázisba csak olyan oszlopvektort vonunk be, melyhez negatív függvénynövekmény tartozik és ezek közül is elsősorban azt, amellyel az összköltség maximálisan csökkenni fog, vagyis amelynél

$$\Delta K_s = \min$$

A duál-disztribuciós módszernek megfelelően módosító tényezőnket a következőképpen kell átalakítanunk:

$$\varrho_s = \varrho_s' + \varrho_s'' \quad (37)$$

$$\varrho_s' = (u_i' + p_{ij} + v_j')\, \delta_s \quad (38)$$

ahol u_i' és v_j' potenciálokat (fiktív költségelemeket) úgy állítjuk elő, hogy a költségmátrix sorában is és oszlopában is a (39) szerint összeadást végzünk.

$$\left.\begin{aligned} v_j' &= u_i' + p_{kl} \\ u_i' &= v_j' + p_{kl} \end{aligned}\right\} \quad (39)$$

ahol „kl" index jelzi a szállítási feladat bázismegoldásában szereplő oszlopvektorokat és

$$\varrho_s'' = (-u_i'') + q_{ij} - v_j'' \quad (40)$$

ahol

és

$$\left.\begin{aligned} v_j'' &= (-u_i'') + (2p_{kl}x_{kl} + q_{kl}) \\ (-u_i'') &= v_j'' - (2p_{kl}x_{kl} + q_{kl}) \end{aligned}\right\} \quad (41)$$

Ezek ismeretében a költségdifferencia a (36)-ból

$$\Delta K_s = \delta_s [\, \delta_s (u_i' + p_{ij} + v_j') + \\ + (-u_i'' + 2p_{ij}d_{ij} + q_{ij} - v_j'')] + \Delta K_a \quad (42)$$

A vizsgált „s" szabad mezőt csak akkor tehetjük foglalttá δ_s mennyiséggel, ha ΔK_s (42) szerinti értéke negatív.

Ez a feladat is egyszerűbb lesz akkor, ha az optimumkeresésnél a szállítás viszonylag állandó költségeit elhanyagolhatjuk, vagyis amikor

$$\Delta K_a = 0.$$

A konkáv költségfüggvényeknél különösen fontos, hogy az értelmezési tartomány (a szállított mennyiség) alsó és felső korlátját megadjuk. Ezt a viszonylati költségfüggvények mellett fel kell tüntetnünk. Pl:

$$K_{ij} = \begin{cases} p_{ij}Q_{ij}^2 + q_{ij}Q_{ij} + K_{ij}^a \ (\text{ha } 0 < Q_{ij} < Z_{ij}) \\ (2p_{ij}Z_{ij} + q_{ij})\, Q_{ij} + (p_{ij}Z_{ij}^2 + q_{ij}Z_{ij} + K_{ij}^a)\,; \\ \qquad (\text{ha } Q_{ij} \geqq Z_{ij}) \end{cases} \quad (43)$$

ahol Z_{ij} előre megadott skalár Itt tehát a konkáv kvadratikus függvény a $(0, Z_{ij})$ nyilt intervallumon értelmezett és a Z_{ij} érték után a költségfüggvény lineáris alakot vesz fel.

8. Vegyes szerkezetű költségfüggvény

Mint a 2. fejezetben említettük, a szállítási költségfüggvény, amelynek független változója a szállított tömeg, gyakran első szakaszában konkáv, majd egy nyújtottabb inflexiós szakasz után konvex alakba átmenő görbét ír le. Az ilyen görbét gyakorlatilag legegyszerűbb egy konkáv, egy lineáris és egy konvex függvénnyel megközelíteni, pontosan előírva, hogy milyen intervallumon értelmezzük azokat. De előfordulhat az is, hogy a költségfüggvény görbéje egyes viszonylatokon konkáv, máshol konvex alakú, vagy éppen egyenes.

Ilyen esetben is a kombinációs mátrixba írjuk be az egyes viszonylatok költségfüggvényét, illetve költségfüggvényeit, értelmezési tartományuk alsó és felső korlátaival. Ezután a kedvező viszonylatokat lehetőleg előnyben részesítve, vegyünk fel egy kiinduló bázismegoldást. Ezt megszerkeszthetjük úgy is, hogy az egyes mezőkben a költséggörbének csak a középső szakaszát leíró lineáris költségfüggvényt vesszük figyelembe és eltekintünk annak korlátaitól. Ha a viszonylati költséggörbét csak egy függvény írja le és az kvadratikus, akkor átmenetileg egyenlővé tesszük a p_{ij} paramétert zéróval és így a kvadratikus függvényt lineárissá alakítjuk át. Az ily módon lineárissá tett szállítási feladatnak meghatározzuk egy kiinduló bázismegoldását, amelyben azonban a változók negatív értéket nem vehetnek fel, vagyis

$$x_{ij} \geqq 0.$$

A legkisebb lineáris paraméterű viszonylatokat előnyben részesítő kiinduló bázismegoldást a duál-disztribuciós módszerrel ismételten javítva határozzuk meg az optimális bázismegoldást, amely azonban most nem feltétlenül optimális megoldás is. Természetesen, ennél az eljárásnál már a tényleges költségfüggvények paramétereit kell használni.

A kiinduló megoldás szabad mezőin végigjárva először nézzük meg az egyes mezőkhöz tartozó δ_s értékeket, amit a kombinációs mátrixban egyszerűen meghatározhatunk. Majd győződjünk meg arról, hogy az illető szabad mezőt a bázis megoldásba bevonva és δ_s értékkel megterhelve,

a hatékonysági függvény értéke csökkenni fog-e, vagyis a

$$\Delta K_s = \delta_s^2 \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2 -$$

$$- \delta_s \sum_{i,j} f_{s,ij} (2 p_{ij} d_{ij} + q_{ij}) + \Delta K^a \qquad (44)$$

függvénynövekmény kisebb-e zérónál. A függvénynövekmény fenti összefüggésének jobboldalán szereplő paramétereket viszonylatonként attól függően kell megválasztani, hogy

δ_s a $(0, Z_{ij}^{(1)})$, $[Z_{ij}^{(1)}, Z_{ij}^{(2)}]$, vagy a $(Z_{ij}^{(2)}, Z_{ij}^{(3)})$

intervallumokban helyezkedik-e el, mert ezekhez a tartományokhoz külön költségfüggvények, tehát különböző paraméterek tartoznak.

Miután az összes szabad mezőhöz meghatároztuk ΔK_s értékét, válasszuk ki a zérónál kisebb kisebb ΔK_s értékek közül azt, amelynek abszolút értéke maximum és így kijelöljük azt a szabad mezőt, amelyet a megoldásba bevonva, a szállítási összköltség maximálisan csökkenni fog. Így egy újabb bázismegoldáshoz jutunk, amit az előbbi ciklus szerint ismét ellenőrizünk és ezt addig folytatjuk, amíg az összes szabad mezőben

$$\Delta K_s \geqq 0, \; (s = 1, \ldots, m.n - r)$$

lesz. Ez azt jelenti, hogy kisebb szállítási összköltségű bázismegoldást már nem tudunk szerkeszteni. Ezután a (13) összefüggéssel leírjuk az utolsó bázisra vonatkozóan a lehetséges megoldások teljes halmazát.

Az utolsó megoldás ellenőrzésekor minden szabad mező számára meghatároztuk a δ_s értékeket. Most, amikor ebből a bázismegoldásból kiindulva az optimális megoldást keressük, először is azt kell ellenőrizni, hogy van-e olyan szabad mező, amelyben

$$\delta_s > Z_{ij}^{(2)} \qquad (45)$$

Ha ilyen mezőt nem találunk, akkor az utolsó bázismegoldásunk optimális megoldás is.

Ha azonban a (45) egyenlőtlenség egy vagy több szabad mezőben fennáll, meg kell vizsgálni, hogy milyen függvénynövekményt kapunk, ha különkülön ezeket a mezőket a saját $Z_{ij}^{(2)}$ értékükkel megterheljük. Ha ezek között találunk olyan mezőket, amelyekben

$$\Delta K_s = (Z_{ij}^{(2)})^2 \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2 -$$

$$- Z_{ij}^{(2)} \sum_{i,j} f_{s,ij} (2 p_{ij} d_{ij} + q_{ij}) + K_s^a < 0, \qquad (46)$$

akkor kiválasztjuk ezek közül azt a mezőt, amelyben ΔK_s értéke a legnagyobb negatív és kiszámítjuk, hogy milyen t_s érték mellett fog ez a függvénynövekmény szélső értéket felvenni. Ez a már ismert

$$t_s = \frac{\sum_{i,j} f_{s,ij} (2 p_{ij} d_{ij} + q_{ij})}{2 \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2} \qquad (47)$$

összefüggéssel történik, ahol a paraméterek mezőnként ahhoz a költségfüggvényhez tartoznak, amelynek értelmezési tartományában a vizsgált mező $Z_{ij}^{(2)}$ értékével, illetve annak jobboldali közvetlen környezetével megváltoztatott megoldásoknak a (13) összefüggésből számítható megfelelő komponensei elhelyezhetők. Ha így a (47)-ből t_s értékét meghatározva, a (13)-ból kapott megoldás valamelyik d_{ij} komponense nagyobb lenne, mint az illető ij viszonylatnak a t_s kiszámításánál felhasznált viszonylati költségfüggvényéhez tartozó felső korlátja, akkor ennek a viszonylatnak a mennyiség szerinti következő intervallumához tartozó költségparamétereit kell a t_s képletébe bevonni és a számítást meg kell ismételni.

Az így meghatározott t_s értéke természetesen az illető viszonylathoz tartozó $Z_{ij}^{(2)}$ és δ_s értékek között fog elhelyezkedni. Ezt a mezőt (viszonylatot) most megterheljük t_s értékkel és ezzel a szokásos módon megváltoztatjuk az előbbi megoldás d_{ij} mennyiségeit.

Ezután visszatérünk a (46)-nak eleget tevő ΔK_s függvénynövekményekhez, amelyek közül egy már kiesett. Újra kiszámítjuk ezek értékét a megváltozott d_{ij} mennyiségekkel és megtartva ezek közül azokat, amelyek eleget tesznek a (46) szerinti egyenlőtlenségnek, kiválasztjuk ismét azt, amelynek abszolút értéke a legnagyobb, majd az utolsó bázisban, de az újabb megoldás szerinti mennyiségekkel meghatározzuk azt a δ_s mennyiséget, amellyel ezt a szabad mezőt még megterhelhetjük. Összeállítva ezt a δ_s értéket az illető mező $Z_{ij}^{(2)}$ korlátjával, ha

$$\delta_s \leqq Z_{ij}^{(2)}$$

akkor ezzel a δ_s-el terheljük meg a mezőt, ha pedig

$$\delta_s > Z_{ij}^{(2)},$$

akkor meghatározzuk az ide tartozó t_s értéket és az lesz az illető mező diszpoziciós mennyisége. Egyidejűleg természetesen több más d_{ij} mennyiség is megváltozik, amivel a (2) szerinti feltételek kielégítését biztosítjuk.

Ezt több ciklusban addig folytathatjuk, amíg végül a (46)-nak eleget tevő ΔK_s függvénynövekmények elfogynak.

A fenti eljárás kétségtelenül nehézkesnek látszik, de mégis alkalmas arra, hogy akkor, amikor viszonylatonként a szállítási költségek egy inflexiós görbével jellemezhetők és ezt három szakaszra bontva három különböző függvénnyel írjuk le, és viszonylatonként mások ezeknek a függvényeknek az értelmezési tartományai is, meghatározhatjuk az optimális megoldást.

Ennek az eljárásnak bonyolultsága azonban arra figyelmeztet, hogy igyekezzünk a viszonylati költséggörbéket minél egyszerűbb és lehetőleg egyetlen függvénnyel megközelíteni.

Ha a feladatban előforduló mennyiségekre vonatkozóan a szállítási költségeket viszonylatonként csupán egy függvénnyel tudjuk leírni, ami viszonylatonként lineáris, vagy kvadratikus és ez utóbbi konvex vagy konkáv is lehet, az előbbi eljárás nagy mértékben leegyszerűsödik. Ilyenkor ugyanis az egyes mezők paraméterei állandók.

A szabad mezők függvénynövekményeinek (44)-szerinti kiszámításával ellenőrízzük ismét a kiin-

duló megoldást és a további bázismegoldásokat. Ha már egy szabad mezőben sem kapunk (44)-ből negatív ΔK_s értéket, akkor a bázismegoldásról a (13) szerinti általános megoldásra térünk át. Azok a szabad mezők azonban, amelyekhez lineáris, vagy konkáv kvadratikus költségfüggvény tartozik, ezután sem fognak bekerülni a megoldásba, tehát csak azokat a mezőket kell vizsgálni, amelyekben a költségfüggvény kvadratikus és konvex alakú. Ez utóbbiaknál kiszámítjuk, hogy azokat az egységnyi szállítási mennyiséggel megterhelve, az utolsó bázismegoldás összköltsége milyen k_s határköltséggel változik.

Ha

$$k_s = \sum_{i,j} p_{ij} f_{s,ij}^2 - \sum_{i,j} f_{s,ij} (2 p_{ij} d_{ij} + q_{ij}) + K_s^a < 0 \tag{48}$$

akkor az s jelű mezőt (a bázisban nem szereplő és konvex költségfüggvényű, s-nek megfelelő i—j viszonylatot) be kell vonni a megoldásba.

Természetesen a (44), (46) és (48) összefüggésekben és általában a költségfüggvényekben a viszonylag állandó költségeket (K_{ij}^a) csak akkor kell és szabad szerepeltetni, ha azok az összköltségben attól függően jelentkeznek, hogy az illető viszonylat szerepel-e a megoldásban, vagy sem.

A k_s fajlagos költségmutató azt fejezi ki, hogy az „s" szabad mezőt a megoldásba bevonva és ahhoz egységnyi diszpozíciós mennyiséget rendelve a szállítási összköltség mennyivel változik. Jelöljük meg azokat a szabad mezőket, amelyek a (48) egyenlőtlenségnek eleget tesznek és válasszuk ki azt, amelyben a k_s abszolút értéke maximum. Majd a (47)-ből meghatározzuk, hogy ennek a szabad mezőnek lekötése esetén milyen t_s érték mellett fog a függvénynövekmény szélső értéket felvenni. Így újabb megoldást kapunk és az eljárást az előzők szerint folytatjuk, amíg a megjelölt mezőkön egyszer végig nem mentünk. Ekkor a konvex költségfüggvényű mezőkben újra számítjuk a k_s fajlagos költségmutatókat és azokra a mezőkre vonatkozólag, melyekben k_s értéke negatív, megismételjük az előbbi ciklust, míg végül néhány ciklus után már sehol nem kapunk negatív k_s értéket. Ez azt jelenti, hogy megoldásunk már tovább nem javítható.

9. A termelés profilírozása

Végül rámutatunk arra, hogy a többdimenziós és kvadratikus szállítási probléma kombinálásával *a termelés profilirozásának modelljét* szerkeszthetjük meg.

A lineáris programozás irodalmából ismeretesek olyan általánosított szállítási problémák [8], amikor a forrásokból egyidejűleg különböző minőségű, illetve fajtájú terméket kell a fogyasztók között elosztani. Az egyes fajtákat a gyár különböző, esetleg bizonyos határok között tetszőleges terjedelemben tudja előállítani. Szélső esetekben egy fajtára vonatkozóan a gyártási kapacitás lehet zéró, de lehet a gyár össztermelési kapacitása is. A felhasználók igényelhetnek meghatározott fajtákat, de az is lehet, hogy közömbösek a fajták iránt. Az így jelentkező feladatok, amik az építőiparban könnyen elképzelhetők, mindig átalakíthatók közönséges szállítási feladattá, amelynek optimális megoldása adja a kijelölt viszonylatokon a diszpozíciós mennyiségeket és az egyes gyárakban előállítandó fajták szerinti mennyiségeket.

Hasonlóan kezelhetők az ún. *többdimenziós szállítási problémák* [9] amelyek a komplex termelési és szállítási folyamaton belül keresik a minimális költséggel megvalósítható megoldást, vagy bizonyos szállítási feladatok megoldására ily módon egyidejűleg optimálisan vehetjük igénybe a horizontális munkamegosztású, különböző közlekedési ágazatok, szállítási módok kapacitásait, amik egyenként felülről korlátosak.

Ezek után nézzük a következő *feladatot*. Az „i" indexszel jelölt építőanyag-gyárak különböző *építőanyagfajtákat* állítanak elő, ezeket jelöljük „k" indexszel ($k = 1, \ldots, r$)Az építőanyaggyárak termékeit különböző, „j" indexszel jelölt építkezési körzetekben használják fel. Tételezzük fel, hogy az egyes gyárak az egyes anyagfajtákat összetermelési kapacitásukig tetszőleges mennyiségben elő tudják állítani. „k" terméknek az „i" gyárból „j" körzetbe való szállítása esetén a fajlagos szállítási költséget jelölje $c_{ij,k}$. Az „i" gyár össztermelési kapacitását jelölük α_i-vel, míg a „j" körzet szükséglete a „k" építőanyagfajtából β_{jk}.

Abban az esetben, ha a termelési költségek egy „i" gyárban kevesebb fajta előállítása esetén csökkennek, a „k" fajta előállítási költsége a (49) szerinti

$$f(T_{ik}) = p_{ik} T_{ik} - q_{ik} T_{ik}^2 \tag{49}$$

kvadratikus összefüggéssel írható le. Itt T_{ik} azt fejezi ki, hogy „i" fajtából mekkora mennyiséget kell előállítania, amit (50) szerint

$$T_{ik} = \sum_{j=1}^{n} Q_{ij,k} \tag{50}$$

úgy kapunk meg, hogy a $Q_{ij,k}$ diszpozíciós mennyiségeket „j" szerint összegezzük. A szállítási költségek viszont a

$$K = \sum_{k=1}^{r} \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij,k} Q_{ij,k} \tag{51}$$

összefüggés szerint alakulnak. Ha olyan megoldást keresünk, amely a szállítási és termelési költségeket együttesen minimummá teszi, akkor a (49) és (51) függvények összevonásával új hatékonysági függvényt kell előállítanunk, amit az (52) szerinti

$$\sum_{k=1}^{r} \sum_{i=1}^{m} \left[\sum_{j=1}^{n} c_{ij,k} Q_{ij,k} + p_{ik} T_{ik} - q_{ik} T_{ik}^2 \right] = \min \tag{52}$$

kifejezésben szerkesztettünk meg. Ennek a függvénynek minimumát a

$$\sum_{j=1}^{n} Q_{ij,k} \leq \alpha_i \quad \begin{matrix} i = 1,2,\ldots, m \\ j = 1,2,\ldots, n \\ k = 1,2,\ldots, r \end{matrix} \tag{53}$$

$$\sum_{k=1}^{r} \sum_{j=1}^{n} Q_{ij,k} = \alpha_i \tag{54}$$

$$\sum_{i=1}^{m} Q_{ij,k} = \beta_{j,k} \tag{55}$$

$$Q_{ij,k} \geqq 0 \tag{56}$$

feltételek mellett kell meghatároznunk. Itt feltételezzük, hogy a gyárak össztermelési kapacitása és a teljes szükséglet egyensúlyban vannak, amit fiktív hely és kiegyenlítő változók felvételével mindig biztosíthatunk. Végül az optimális megoldásban szereplő $Q_{ij,k}$ mennyiségeket a (50) szerint összegezve megkapjuk — fajták szerint — azt a mennyiséget, amelynek a termelésére az egyes gyáraknak fel kell készülniök. Az (52) függvény minimalizálásával így biztosítjuk, hogy a termelés viszonylag koncentráltabban folyjék és az egyes gyárak termelési terve olyan elosztást tesz lehetővé, ami mellett a szállítási és termelési költségek együttesen a minimumra szoríthatók. Ily módon adott viszonyok között a *gyárak profilírozását* végezzük el.

Fenti feladatot kiegészíthetnénk még azzal, hogy nemcsak a kész termékeknek, hanem az *alapanyagoknak* a szállítási költségeit is bevonnánk a hatékonysági függvénybe, ami indokolt és meg is oldható.

10. Összefoglalás

A fentiekben igyekeztünk néhány olyan *közlekedési problémára* rámutatni, melyek a *kvadratikus programozás* egyszerűbb modelljeiben az általunk javasolt módszerekkel optimalizálhatók lesznek.

Nem lehet elégszer hangsúlyozni azonban, hogy bár minden újabb gazdaságmatematikai (mondhatnánk úgy is, kibernetikai számítási) modell *újabb lehetőségeket* nyit meg a közlekedési folyamatok optimalizálása és kibernetizálása terén, mégis a matematikai modellek alkalmazásával *óvatosan kell bánni*. Sok modellt és számítási módszert kell még kidolgozni ahhoz, hogy a kissé bonyolultabb szállítási problémák, közlekedési folyamatok matematikai megfogalmazása a *valóságot kielégítően tükrözze*.

A kvadratikus programozás módszereit igénybe vehetjük, ha a *szállítási költségek* alakulását viszonylatonként kvadratikus, vagy kvadratikus lineáris-kvadratikus függvényekkel tudjuk leírni. Bizonyos felfogás szerint a *közlekedési hálózat átbocsátóképességét optimálisan kihasználó áramlati eloszlás* problémáját leírhatjuk a lineáris feltételeknek alávetett legegyszerűbb kvadratikus célfüggvénnyel. Alkalmazhatjuk a kvadratikus programozást az *optimális koncentrált áramlatokat adó megoldások* meghatározására, amikor a távlati tervezés keretében új közlekedési útvonalak létesítéséről kell határozni. A többdimenziós és a kvadratikus - szállítási probléma kombinálásával pedig megszerkeszthetjük a *termelés profilirozásának* modelljét.

IRODALOM

[1] *Krekó B.—Bacskai Z.:* Bevezetés a lineáris programozásba, Bp. 1957.
Jándy G.: Szállítási feladatok lineáris programozása, Közlekedéstudományi Szemle, 1958. évi 6. sz.
Jándy G.: Egy operációkutatási feladat az építőiparban, Mélyépítéstudományi Szemle, 1960. évi 12. sz.
Jándy G.: Operációkutatással a közlekedés erőforrásainak hatékonyabb felhasználásáért, Közlekedéstudományi Szemle, 1961. évi 10. sz.

[2] *Jándy G.:* A szállítástervezés elemző módszerei, Bp. 1960. KÖZDOK.

[3] *Kádas K.:* Die kostentheoretische Kritik der Ökonomische Rechnungen bei der Planung und Entwicklung des Verkehrs, a 4. Drezdai Közlekedéstudományi Napokon felolvasott előadás, kézirat, 1961.
Jándy G.: Transportplanung im Falle linearer und quadratischer Kostenfunktionen, a 4. Drezdai Közlekedéstudományi Napokon felolvasott kiselőadás, kézirat, 1961.

[4] *Jándy G.:* Közlekedési áramlatok kvadratikus programozása, tanulmány, Bp. 1961.

[5] *Potthoff G.:* A közlekedési áramlástan alapjai. Közlekedéstudományi Szemle, 1957. évi 7—8. sz.

[6] *Csanádi Gy.:* Vasúti üzem. Bp. 1959. Tankönyvkiadó.
Turányi I.: Közlekedési üzemtan II. Egyetemi jegyzet, kézirat, Bp. 1960.

[7] *Potthoff, G.:* Lineáris és kvadratikus programozás, Közlekedéstudományi Szemle, 1961. évi 9. sz.

[8] *Knödel, W.:* Ein verallgemeinertes Transportproblem, Unternehmensforschung, 1960. Heft. 1.

[9] *Korda, B.:* Matematické metody v ekonomii, Praha, 1960.

Előzések elemzése kétnyomú utakon

KAJÁN BÉLA

A *kétnyomú utak teljesítőképességének* egyik fontos meghatározó tényezője, hogy az úton közlekedő gépkocsik az előzéseket milyen mértékben hajtják végre. Az úton haladó vezető akkor érzi már *akadályozottnak* a közlekedést, ha az úton gyakran kénytelen előzés helyett az előtte haladó lassúbb jármű sebességét felvenni. Ezt az akadályozást az ilyen kényszerű lassítások gyakoriságából és időtartamából számítható *időveszteséggel* jellemezhetjük. Az időveszteség számításához először az ilyen akadályozott előzések számát kell ismernünk, majd az akadályozás időtartamát.

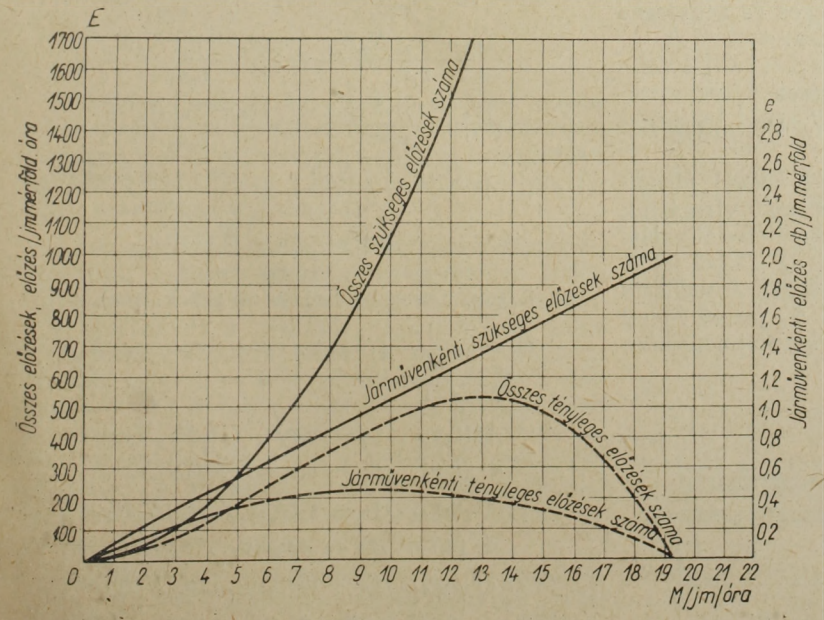
Az utak gyakorlati teljesítőképességének értékét az amerikai és európai szakirodalomban az előzésekből levezetve is vizsgálják. A még elfogadható zavarás kritériumaként használják a szükséges és tényleges előzések arányát. A *szükséges előzések* az ideális forgalmi és útviszonyok mellett előálló előzések, míg a *lehetséges előzések* az út tényleges forgalmi viszonyai és műszaki jellemzői mellett végrehajtható tényleges előzések. A gyakorlati teljesítőképességet olyan forgalmi értéknél szabják meg, ahol a szükséges előzéseknek kb. 40—50%-a a ténylegesen végrehajtott lehetséges előzések száma, vagy ahol az egy járműkilométerre jutó lehetséges előzések száma a maximum lesz.

Kétnyomú utakon a forgalom lefolyását az egyik forgalmi nyomon lényegesen befolyásolja az *ellenirányú nyom forgalma*. A különböző sebességek tartása miatt mindkét forgalmi irány járművei az ellenkező irány forgalmi nyomát is igénybe kell hogy vegyék. Így mindkét nyomon változó irányú a forgalmi áramlás.

Egy-egy jármű előzésére csak akkor kerülhet sor, ha az előzéshez szükséges hosszon, illetve a előzési látótávolságon az ellenkező irányú forgalmi nyom szabad. Helyes tehát, ha a két nyom forgalmának lefolyását együtt vizsgáljuk és az út forgalmán *a két irány együttes forgalmát* értjük. A teljesítőképességi vizsgálatok is a két nyom, vagyis a két forgalmi irány teljesítőképességének együttes megállapítását célozzák, — amely érték azután függ a két forgalmi irány forgalmának arányától.

Az előzések elemzésével, ezért a két forgalmi irányra együtt kapott forgalomtechnikai jellemzőkből kell kiindulni. Az úton haladó járművek sebességének mérése alapján meghatározható a két irányra együttesen számított átlagos menetsebesség és a menetsebesség szórása. A különböző forgalmi mennyiségeknél kapott értékeket kiegyenlítve, meghatározható a *forgalom-sebesség függvény* ($V = f|M|$), valamint a *forgalom és sebességszorzás függvény* ($\sigma = g|M|$). A két függvény alapján megállapíthatjuk a két irány együttes forgalmára a különböző forgalmi mennyiségekre számítható forgalmi jellemzőket.

A két irányra együttesen kapott jellemzőkkel való számítás csak közelítése a tényleges helyzetnek. A *kisebb forgalmi terhelésű irány* járműveinek menetsebességét erősen befolyásolja a *nagyobb forgalmi terhelésű irány* járműveinek mozgása és száma. A kis terhelésű forgalmi irány átlagos menetsebessége és a sebességek szórása — azonos ellenirányú forgalmi mennyiség mellett — kell hogy bizonyos mértékig változzék a saját nyomon



1. ábra. Kétnyomú utakon a szükséges és lehetséges előzések alakulása a Highway Capacity Manual szerint

haladó forgalom nagyságától és összetételétől függően is. Belátható azonban, hogy ez a hatás nem változtatja meg döntően a forgalom jellemzőit, mert sokkal lényegesebb hatást gyakorotl reájuk az ellenirányú forgalom nagysága, az előzések akadályozásával.

Ezt az előbb említett, kevésbé lényeges befolyást — kevés adat folytán — nem értékelhettük ki. Ezzel az elhanyagolással azonban a két forgalmi irányra számított jellemzőkből jó közelítéssel meghatározható lesz az előzések száma.

Az előzések számának vizsgálatánál kétféle számról kell beszélnünk. A *szükséges előzések száma* az az érték, amely a szabad forgalmi viszonyok jellemzőivel haladó forgalmi áramlás különböző nagyságánál állana elő, ha a járművek egymást nem befolyásolnák a sebesség kialakításában és az út jellemzői sem jelentenének semmiféle akadályozó hatást.

A *lehetséges előzések számát* viszont akkor kapjuk meg, amikor mind a forgalmi viszonyok, mind pedig az út akadályozó hatását figyelembe véve állapítjuk meg ezt az értéket.

A szükséges előzések számát csak valamilyen modell segítségével számíthatjuk ki. A lehetséges előzések száma mérhető is, de megfelelő feltételezésekkel számítható is.

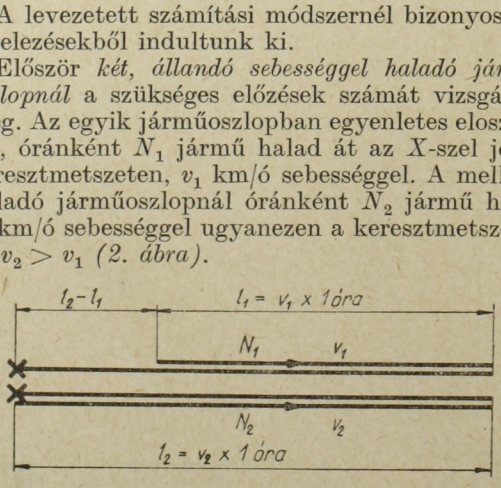
A szükséges és a lehetséges előzések számának adatai szerepelnek a „*Highway Capacity Manual*" (HCM) 42. oldalán. Itt azonban csak az amerikai viszonyoknak megfelelő végeredményt közlik *(1. ábra)*, és az előzések számítására tájékoztatást nem adnak. A közölt ábra tartalmazza a szükséges és tényleges előzések egy mérföldre és egy órára eső összes előfordulásának számát és az egy járműmérföldre eső fajlagos előzésszám 900 jm/ó forgalmi terhelésnél adja a maximumot. Ennek megfelelően a gyakorlati teljesítőképesség értéket ehhez a forgalmi terhelési értékhez közel — 900 jm/ó-nál — választották meg.

Az előzések vizsgálata érdekében ezért *számítási módszert* dolgoztunk ki a szükséges és tényleges előzések számának megállapítására.

1. A szükséges előzések

A levezetett számítási módszernél bizonyos feltételezésekből indultunk ki.

Először *két, állandó sebességgel haladó járműoszlopnál* a szükséges előzések számát vizsgáljuk meg. Az egyik járműoszlopban egyenletes eloszlással, óránként N_1 jármű halad át az X-szel jelölt keresztmetszeten, v_1 km/ó sebességgel. A mellette haladó járműoszlopnál óránként N_2 jármű halad v_2 km/ó sebességgel ugyanezen a keresztmetszeten és $v_2 > v_1$ *(2. ábra)*.



2. ábra. Vázlat az előzések számításához

Az oszlopban az X-szel jelölt helyről induló jármű az $l_2 - l_1$ távolságban levő lassú járműveket kell, hogy megelőzze :

$$l_2 - l_1 = v_2 \cdot 1 \text{ óra} - v_1 \cdot 1 \text{ óra} = v_2 - v_1$$

Az ezen a hosszon levő járművek száma egyenlő a hosszegységre jutó lassúbb járművek számának és a hossznak szorzatával :

$$v_2 - v_1 \cdot \frac{N_1}{v_1}$$

A gyorsabban haladó járműoszlop minden járműre nyilván ennyi előzést végez 1 óra alatt, tehát az egy óra alatti összes előzések száma ($E_ö$) a következő :

$$E_ö = \frac{v_2 - v_1}{v_1} N_1 N_2 \text{ [előzés/óra]}$$

Az egységnyi úthosszra eső előzések száma pedig óránként :

$$E_1 = \frac{v_2 - v_1}{v_1} N_1 N_2 \frac{1}{v_2} =$$

$$= \frac{(v_1 - v_1) N_1 N_2}{v_1 v_2} \text{ [előzés/óra} \cdot \text{km]}$$

Ha *több járműoszlop* szerepel és feltesszük, hogy

1. az azonos sebességgel haladó járművek egy oszlopban haladnak,

2. a különböző sebességű járművek egymást nem befolyásolják, vagyis úgy közlekednek, mintha minden járműoszlop számára egy-egy külön nyomot biztosítottunk volna,

3. az egy oszlopban haladó járművek az út teljes hosszán egyenletesen oszlanak meg, vagyis minden keresztmetszetben az összes oszlopból számítható sebességeloszlás és minden nyomon a forgalomsűrűség (jármű/km) állandó, akkor a két járműoszlopra levezetett képlet alapján ebben az esetben a szükséges előzések száma :

$$E_1 = \frac{(v_2 - v_1) N_2 N_1}{v_1 v_2} + \frac{(v_3 - v_1) N_3 N_1}{v_3 v_1} +$$
$$+ \frac{(v_3 - v_2) N_3 N_2}{v_3 v_2} + \frac{(v_4 - v_1) N_4 N_1}{v_4 v_1} +$$
$$+ \frac{(v_4 - v_2) N_4 N_2}{v_4 v_2} + \frac{(v_4 - v_3) N_4 N_3}{v_4 v_3} +$$
$$+ \ldots + \frac{(v_n - v_1) N_n N_1}{v_n v_1} + \frac{(v_n - v_2) N_n N_2}{v_n v_2} +$$
$$+ \ldots + \frac{(v_n - v_{n-1}) N_{n-1} N_n}{v_{n-1} v_n}$$

Közös nevezőre hozva és azt kiemelve :

$$E_1 = \frac{1}{\prod_{i=1}^{n} v_i} [(v_2 v_3 \ldots v_n - v_1 v_3 \ldots v_n) N_1 N_2 +$$
$$+ (v_2 v_3 \ldots v_n - v_1 v_2 v_4 \ldots v_n) N_1 N_3 +$$
$$+ (v_1 v_3 \ldots v_n - v_1 v_2 v_4 \ldots v_n) N_2 N_3 +$$
$$+ (v_2 v_3 v_4 \ldots v_n - v_1 v_2 v_3 v_5 \ldots v_n) N_1 N_4 +$$
$$+ (v_1 v_3 \ldots v_n - v_1 v_2 v_3 v_5 \ldots v_4) N_2 N_4 +$$
$$+ (v_1 v_2 v_4 \ldots v_n - v_1 v_2 v_3 v_5 \ldots v_n) N_3 N_4 +$$
$$+ \ldots + (v_1 \ldots v_{n-2} v_n - v_1 \ldots v_{n-1}) N_{n-1} N_n]$$

A szorzást elvégezve és a tagokat előjel szerint rendezve :

$$E_1 = \frac{1}{\prod_{i=1}^{k} v_i} \cdot \Big[(v_2 v_3 \ldots v_n) N_1 \sum_{2}^{n} N_k + (v_1 v_3 \ldots v_n) N_2 \sum_{3}^{n} N_k + \ldots + (v_1 \ldots v_{n-2} v_n) N_{n-1} N_n - (v_1 v_3 \ldots v_n) N_2 N_1 - (v_1 v_2 v_4 \ldots v_n) N_3 \sum_{1}^{2} N_k - (v_1 v_2 v_3 v_5 \ldots v_n) N_4 \sum_{1}^{3} N_k - \ldots - (v_1 v_2 \ldots v_{n-1}) N_n \sum_{1}^{n-1} N_k \Big]$$

Ha bevezetjük az F jelölést a forgalomsűrűségre (jm/km) és

$$F_1 = \frac{N_1}{v_1},$$

akkor pl.

$$(v_2 v_3 \ldots v_n) N_1 = \prod_{k=1}^{n} v_k \frac{N_1}{v_1} = \prod_{k=1}^{n} v_k F_1 \text{ és}$$

$$E_1 = F_1 \sum_{2}^{n} N_k + F_2 \sum_{3}^{n} N_k + \ldots + F_{n-1} N_n - F_2 N_1 - F_3 \sum_{1}^{2} N_k - \ldots - F_n \sum_{1}^{n-1} N_k$$

Mivel a sebességeloszlás a normális eloszlást követi, felvehetjük az *egyes forgalmi mennyiségek szimmetriáját*, vagyis :

$$N_1 = N_n ; \quad N_2 = N_{n-1} ; \quad N_3 = N_{n-2} \text{ stb.}$$

$$E_1 = (F_1 - F_n) \sum_{1}^{n-1} N_k + (F_2 - F_{n-1}) \sum_{1}^{n-2} N_k + \ldots + (F_i - F_{n-i+1}) \sum_{1}^{n-i} N_k + \ldots + (F_{n-1} - F_2) N_1$$

A képlet használatához tehát csak az *azonos sebességgel haladó járművek* forgalomsűrűségét és a járműszám sebességosztályok szerinti összegezését kell elvégezni, illetve ismerni és a szükséges előzések száma megállapítható.

A képlet gyakorlati alkalmazásánál azonban nem vehetünk minden egyes sebesség-értéket külön figyelembe, mert ez az „n" nagyon magas számához vezetne és a számítás csak nehezen volna elvégezhető. Célszerű tehát az egyedi sebesség-értékek helyett csak a *sebességkategóriákkal* számolnunk. Ez további feltételek elfogadását teszi szükségessé. Fel kell tennünk, hogy egy kiválasztott sebességlépcsőn belül a járművek nem előzik egymást, de az egyik sebességlépcsőhöz tartozó járművek mindenképpen megelőzik az alacsonyabb sebességlépcsőhöz tartozó járműveket.

Az előzéseknél a tapasztalat szerint valóban közel ilyen feltételek alakulnak ki. Az előzés végrehajtásához bizonyos nagyságú *sebességkülönbség* szükséges az előző és az előzött jármű között. Ha ez a sebességkülönbség bizonyos értéken alul van, akkor az előzés helyett a gyorsabb jármű felzárkózik és felveszi az előtte haladó jármű nem sokkal alacsonyabb sebességét.

Saját, részleges és csak tájékoztató jellegű vizsgálataink szerint az átlagos előzési sebességkülönbségek az *1. táblázatban* foglaltak szerint alakulnak.

1. táblázat

Az átlagos előzési sebességkülönbség számítása

Az adatok száma, f	Előzött jm sebessége, v_1 km/ó	Előzési átl. sebesség, v_2 km/ó	Sebesség-különbség, $v_2 - v_1$	Szorzat $f(v_1 - v_1)$
2	75	87,0	12,0	24,0
4	70	74,5	4,5	18,0
4	65	74,0	9,0	36,0
10	60	66,5	6,5	65,0
8	55	62,2	7,2	57,6
14	50	60,8	10,8	151,0
10	45	59,9	14,9	149,0
52				500,0

$v_2 - v_1 = 500/52 = 9{,}6$ km/ó

Az *átlagos előzési sebességkülönbség* nálunk tehát a táblázat szerint 10 km/ó érték körül mozog. A kevés megfigyelés ugyan korántsem elegendő törvényszerűségek megállapítására, de a kapott eredmény jó közelítésként elfogadható. A számítások során feltételként tehát azt fogadhatjuk el, hogy a 10 km/ó sebességlépcsők alapján osztályokba sorolt járművek a saját és a magasabb osztályokban levő járműveket nem előzik meg, de az alacsonyabb osztályhoz tartozó járműveket minden esetben megelőzik, ha erre a forgalmi és útviszonyok lehetőséget adnak.

Az előzések vizsgálata során külföldön végzett méréseknél is azt állapították meg, hogy az átlagos előzési sebességkülönbség 15 km/ó érték körül van.

A fentiek szerint a tényleges körülményeket jól követjük akkor, ha a számítás során 10 km/ó sebességlépcsők alapján osztályozott járműszámokkal végezzük a további műveleteket.

Ha tehát F_1, F_2, F_3, ... F_n az egyes osztályközökhöz tartozó járművek számából és az osztályköz átlagos sebességéből számítható forgalomsűrűségi érték ($F_i = N_i/v_i$), és N_1, N_2, ... N_n pedig az egyes osztályközökhöz tartozó jm/ó érték, akkor az összes szükséges előzések száma az előzőekben levezetett képlet alapján meghatározható.

A képlet alkalmazásához a 7. sz. út 26,0—31,0 km szelvényei között végrehajtott sebességmérés eredményét használtuk fel. A hazai főközlekedési utakra átlagosnak vehető útszakaszon végrehajtott mérésekből levezettük a forgalmi mennyiség és az átlagos menetsebesség összefüggés kiegyenlítő függvényét, valamint a forgalmi mennyiség és az átlagos menetsebességek szórása közötti összefüggés kiegyenlítő függvényét.

A szükséges előzések számításához a szabad forgalmi viszonyok jellemzőit kell felhasználni.

2. *táblázat*

A szükséges előzések számának megállapítása 1000 jm/ó forgalomra

(2) $M = 1{,}000$ $\quad V = 62{,}9$ $\quad \sigma = 15{,}6$ $\qquad \xi = \dfrac{V_i - \overline{V}}{\sigma}$ $\qquad \varnothing(\xi_1\xi_2) = \varnothing\,\xi_n - \varnothing\,\xi_{n+1}$ $\qquad N = M\,\varnothing\,(\xi_1\xi_2)$ $\qquad F = N/V_1$

V_1 —	ξ —	$\varnothing\,\xi$ —	$\varnothing\,\xi_1\xi_2$	$N = M\varnothing$ $(\xi_1\ \xi_2)$	ΣN	$F = \frac{N}{V_1}$	F_1-től ↑	F_n-től ↓	F — F ↑ ↓	ΣN n-től vissza	E_1
12,9	—3,22	0,49935	0,00445	5,0	5,0	0,28	0,28	0,05	+0,23	995	+229
22,9	—2,57	0,49490	0,02360	24,0	29,0	0,90	0,90	0,24	+0,66	971	+641
32,9	—1,925	0,47130	0,08640	86,0	115,0	2,30	2,30	0,97	+1,33	885	+1,177
42,9	—1,282	0,38490	0,15920	159,0	274,0	3,30	3,30	2,00	+1,30	726	+944
52,9	—0,642	0,22570	0,22570	226,0	500,0	3,90	3,90	3,30	+0,60	500	+300 +3291
62,9	0	0	0,22570	226,0	726,0	3,30	3,30	3,90	—0,60	274	—164
72,9	+0,642	0,22570	0,15920	159,0	885,0	2,00	2,00	3,30	—1,30	115	—150
82,9	+1,282	0,38490	0,08640	86,0	971,0	0,97	0,97	2,30	—1,33	29	— 39
92,9	+1,925	0,47130	0,02350	24,0	995,0	0,24	0,24	0,90	—0,66	5	—13 — 256
102,9	+2,57	0,49490	0,00445	5,0	1000,0	0,05					E=2935
112,9	+3,22	0,49935		1000,0							

A számításhoz a hosszú szakaszon mért, a kétirányú forgalomra együttesen kapott jellemzőket használtuk fel. Ezek a jellemzők a következők: $\sigma = 15{,}6$ km/ó; és $v = 62{,}9$ km/ó. Az ezekkel az adatokkal számított és a normális eloszlás alapján meghatározható sebességmegoszlásból a *2. táblázat* szerint végeztük el a szükséges előzések megállapítását.

A táblázat végeredménye azt mutatja, hogy 1000 jm/ó forgalmi terhelésnél és szabad forgalmi viszonyokat feltételezve 2935 előzés válna szükségessé óránként és km-enként. Mivel a szükséges előzések száma a forgalmi mennyiségtől négyzetesen függ, levezethető a következő általános képlet:

$$E_1 = 2 \cdot 935 \cdot 10^{-3}\ M^2$$

Ha az egy gépkocsira jutó fajlagos előzések számát (e_1 előzés/jm km) akarjuk meghatározni, akkor ezeket az értékeket még az M jm/ó forgalommennyiséggel osztani kell, vagyis

$$e_1 = 2 \cdot 935 \cdot 10^{-3}\ M$$

Az ezekből a képletekből számítható előzések azonban csak akkor jelentkeznének az úton, ha a teljes forgalmi mennyiség egyirányban haladna. Ha a forgalom a két forgalmi irány között megoszlik, akkor a szükséges előzések száma a két forgalmi iránynál együttesen az előzőek szerint számíthatónak csak bizonyos hányada lesz. Ha a forgalom mindkét irányban egyenlő nagyságú, akkor a szükséges előzések száma a legkisebb lesz.

A két forgalmi irány megoszlásának viszonyszámát p_1- és p_2-vel jelölve és M-en a két forgalmi irány együttes forgalmának értékét értve, a *szükséges előzések száma* a következő képlettel számítható:

$$E_1' = [(p_1 M)^2 + (p_2 M)^2]\, 2{,}935 \cdot 10^{-3} =$$

$$= M^2 (p_1^2 + p_2^2) \cdot 2{,}935 \cdot 10^{-3}$$

A fajlagos érték pedig:

$$e_1' = M\,(p_1^2 + p_2^2) \cdot 2{,}935 \cdot 10^{-3}$$

A két forgalmi irány megoszlására $p_1 = 70\%$ és $p_2 = 30\%$ értéket vehetünk fel, mint nálunk leggyakrabban előforduló esstet. Ebben az esetben:

$$p_1^2 + p_2^2 = 0{,}7^2 + 0{,}3^2 = 0{,}58$$

és

$$e_1' = {,}1716 \cdot 10^{-3} M$$

Erre a 70—30%-os forgalommegoszlásra számítottuk ki a szükséges előzések számát és raktuk fel a *3. ábrán*. Az ábrán az összes szükséges előzések számát és az egy járműre eső szükséges előzések számát is feltüntettük.

2. A lehetséges előzések

A szükséges előzések számát az alacsony forgalmi mennyiségeknél jelentkező jellemzők alapján és különleges viszonyok feltételezésével számíthattuk ki. A jellemzők az átlagos menetsebesség és a sebességek szórása voltak. A szükséges előzések számításánál ezeket a jellemzőket

3. táblázat

Példa a lehetséges előzések számának megállapítására 1000 jm/ó forgalomnál

(4) $M = 1{,}000$ $V = 51{,}00$ $\sigma = 9{,}04$ $\xi = \frac{V_i - \overline{V}}{\sigma}$

V_i —	ξ —	$\varnothing\,\xi$ —	$\varnothing(\xi_1\xi_2)$	$N = M\varnothing(\xi_1\xi_2)$	ΣN	$F = \frac{N}{V_1}$	F_1-től ↑	F_n-től ↓	$F - F$ ↑ ↓	ΣN n-től vissza	E
21,0	—3,32	0,49954	0,01309	13,5	13,5	0,52	0,52	—0,18	0,34	985,5	+ 335,0
31,0	—2,21	0,48645	0,11995	120,0	133,5	3,34	3,34	—1,82	1,52	866,5	+1315,0
41,0	—1,11	0,36650	0,3665	366,5	500,0	7,97	7,97	—6,54	1,43	500,0	+715,0 + + 2365,0
51,0	0	0	0,3665	366,5	866,5	6,54	6,54	—7,97	—1,43	133,5	—191,0
61,0	+1,11	0,36650	0,1196	120,0	986,5	1,82	1,82	—3,34	—1,52	13,5	—21,0—212,0
71,0	+2,21	0,48645	0,0134	13,5	1000,0	0,18	—	—	—	—	2153,0
81,0	+3,32	0,49954		1000,0							

az ideális forgalmi és útviszonyoknak megfelelően vettük fel. A forgalom növekedésével ezeknek a jellemzőknek nagysága csökken. Ez a csökkenés lényegében a szükséges előzésekkel szemben ténylegesen alacsonyabb előzésszám fellépése folytán áll elő. A jellemzők változása tehát az út műszaki jellemzőinek és az ellenkező irányú forgalomnak akadályozó hatását mutatja. Ha tehát ezt a két jellemzőt az előbb ismertetett képletekben úgy választjuk meg, ahogyan azok az út jellemzőitől és a forgalomnagyságtól függően kialakultak, akkor a *lehetséges előzések* számát kaphatjuk meg.

A fentiek alapján elvégeztük a lehetséges előzések számítását is. A számítás során a hosszú szakaszra érvényes szórás és sebesség értékeket (lineáris kiegyenlítéssel) vettük figyelembe. Ezekből a jellemzőkből 100, 500, 800, 1000, 1200, 1500 és 2000 jm/ó forgalmi mennyiségnél számítottuk a lehetséges előzések számát. Az 1000 jm/ó forgalmi mennyiségnél végzett számítást a *3. táblázatban* mutatjuk be.

A táblázatból megállapítható, hogy amíg ugyanilyen forgalmi mennyiségnél a szükséges előzések száma 2935, addig a lehetséges előzések száma csak 2153. A különböző forgalmi mennyiségekre kiszámított értékeket felrakva (lásd a *3. ábrát)* megállapítható volt, hogy a szükséges és a lehetséges előzések száma között összefüggés van. Vagyis a lehetséges előzések száma (E_2) így írható fel :

$$E_2 = m \cdot E_1$$

Az m viszonyszám, amely azt mutatja, hogy a szükséges előzések mekkora változó hányada lesz a lehetséges előzések száma. A számított adatokból az m értékeit felraktuk és a számítási pontatlanságot kiegyenlítve, az alábbi összefüggést kaptuk :

$$m = 0{,}9 - \left(\frac{M}{2300}\right)^2$$

A kétirányú forgalommegoszlást is figyelembe véve :

$$E_2' = mE_1'$$

$$e_2' = me_1'$$

Az így számítható értékeket ugyancsak a *3. ábrán* raktuk fel.

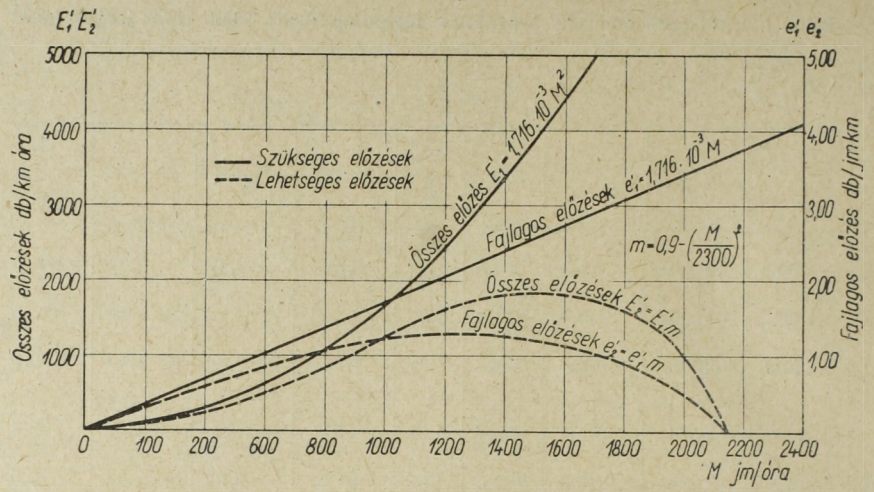
A lehetséges előzések száma bizonyos forgalomnagyságnál 0 lesz. Ez a helyzet akkor áll elő, ha — a feltételezések szerint — minden jármű azonos sebességosztályba sorolható. A feltételek szerint tehát, ha a sebesség már csak 10 km/ó-n belül szóródik, akkor a lehetséges előzések száma 0. Ez az eset a

$$v_{\max}^{\min} = \pm 3{,}29\sigma$$

esetén következik be. A forgalmi mennyiség és a szórás közötti összefüggés alapján pedig megállapítható, hogy a lehetséges előzések száma az $M = 2150$ jm/ó esetében lesz egyenlő 0-val.

A *3. ábrát* elemezve megállapíthatjuk, hogy az összes lehetséges előzések E_2' száma először együtt emelkedik a szükséges előzések számával, attól kicsit elmaradva. A legnagyobb értéket 1500 j/ó forgalomnál éri el, ahol a lehetséges előzések száma 1800 előzés/jm·ó körül van. A további szakaszon még 1800 jm/ó értékig lassan, később rohamosan csökkenve, 2150 jm/ó értéknél 0 lesz.

A fajlagos előzések (e_2') száma pedig 1000—1400 jm/ó értékek között adja a legnagyobb értéket és maximuma 1200 jm/ó-nál van. A maximum, amely egy jármű számára a legmagasabb lehetséges előzések számát adja, az amerikai vizsgálatoknál 900 jm/ó forgalomnál adódott *(H C M)* és ennek alapján és még más kritériumokat is figyelembe véve fogadtak el 900 jm/ó mennyiséget, mint gyakorlati teljesítőképességet.



3. ábra. A szükséges és lehetséges előzések alakulása hazai utakon 70—30%-os forgalommegoszlásnál (a 7. sz. úton végzett mérésekből)

Összefoglalás

A *gyakorlati teljesítőképesség* megállapításánál az *előzések szükséges és lehetséges számának* viszonyán, vagy a lehetséges előzések fajlagos számának maximumán kívül a külföldi szakirodalomban még egyéb kritériumokat is használnak. Ilyen kritériumok a követési időközök „zavart" részének megfelelő százalékban való meghatározása, vagy az egész járműfolyam átlagos menetsebességeknek megszabása. Ezeket a kérdéseket itt nem tárgyalhatjuk és így végleges következtetésekre a vizsgálat alapján még nem juthatunk.

Azt azonban ebből a vizsgálatból is megállapíthatjuk, hogy a *hazai forgalmi viszonyok* mások, mint az amerikai forgalmi viszonyok és jellemzők. A vizsgálat alapján már megállapítható, hogy a külföldön használt és ideális útviszonyokra érvényes 900 jm/ó teljesítőképesség nálunk nem lehet érvényes. Még a főközlekedési utak útviszonyainak átlagos helyzetére jellemző útszakaszon végrehajtott vizsgálat is 1200 jm/ó körüli gyakorlati teljesítőképesség kijelölését tenné szükségessé, az előzések elemzése alapján. A követési időközök elemzése is olyan eredményeket ad, amely szerint a gyakorlati teljesítőképesség értékét magasabbra szabhatnák meg.

Véleményünk szerint a gyakorlati teljesítőképességet a külföldi kritériumok alkalmazása helyett olyan *optimális forgalmi terhelés* kijelölésével kell megszabnunk, amelyet részletes gazdasági és műszaki vizsgálatok alapján jelölhetünk ki. Az optimális forgalmi terhelés megszabásánál az út építésének vagy korszerűsítésének költségeit és a járművek üzem- és időköltségeit is be kell vonnunk a vizsgálatba. Adott forgalomnagyságnál és összetételnél a jó műszaki jellemzőkkel, azaz magas építési költséggel kiépített úton nagy sebességet és jó műszaki feltételeket biztosítunk a forgalom számára. Alacsonyabb műszaki jellemzőknél pedig — azaz alacsony építési vagy korszerűsítési költségnél — csak kisebb sebesség és kevésbé megfelelő feltételek állnak rendelkezésre. Mivel a biztosított sebességgel és a műszaki jellemzők minőségével fordított arányban állnak az üzem- és időköltségek, de egyenes arányban nőnek az építési költségek, az optimális megoldást az *összes költségek minimuma* adhatja meg.

IRODALOM

Murányi Tamás: Közutak teljesítőképességének megállapítása, UKI 2. sz. kiadvány (kézirat) Bp. 1956.

Highway Capacity Manual, Bureau of Poblic Roads, Washington, 1950.

Korte J. W.: Der Überholungsvorgang auf zweispurigen Strassen mit Egenverkehr, Strasse und Autobahn, 1956. évi 8. sz.

A légpárnás járművekről

Ifj. dr. GREGUSS PÁL

A magasabbrendű élőlények egyik legszembetűnőbb és legjellegzetesebb életmegnyilvánulása, hogy helyüket változtatni tudják. Az ember, mint a legmagasabbrendű élőlény azonban ezen a téren fiziológiai és fizikai adottságai következtében hátrányban volt a többi élőlénnyel szemben mindaddig, míg közlekedési eszközöket nem kezdett el alkotni. Ha a mai közlekedési eszközök, járművek sebességeit összehasonlítjuk az állatvilág „sebességrekord"-jaival, úgy tűnik, hogy az ember ezt a versenyt már rég megnyerte. Repülőgépeink ugyanis jóval gyorsabbak, mint a legsebesebbröptű madár, s hajóink is sebesebben haladnak, mint a halak. Más azonban a helyzet szárazföldi közlekedési eszközeinkkel, mivel ezek a terepen — vagyis, ha nem nagy költséggel épített és fenntartott műutakon vagy síneken haladnak — még a ló és öszvér sebességét sem igen érik el. Sőt, vannak terepek, ahol még nagytestű állatok is különösebb megerőltetés nélkül haladnak többször tíz km/ó sebességgel, s ugyanakkor a mi járműveink azon a terepen elakadnak.

Szárazföldi közlekedési eszközeink viszonylagos elmaradásának egyik, s tán legfőbb oka az, hogy amíg a vízi és légi közlekedési eszközök tervezői és szerkesztői szinte állandóan kutatták — és kutatják még ma is — e közlekedési eszközök és az őket körülvevő közeg kölcsönhatását, addig a szárazföldi közlekedési eszközöknél a kölcsönhatás vizsgálata szinte kizárólag a jármű *kerekeinek* és az emberkészítette *útnak* — közútnak, sínpárnak stb. — kölcsönhatására vonatkoznak. Még a terepen való közlekedésben általában többé-kevésbé jól beváló hernyótalpas megoldás is abból a meggondolásból indult ki, hogy a jármű a terepen maga rakja le kerekei elé, majd pedig szedi fel maga után az „utat", tehát továbbra is csak a mesterséges út és a jármű viszonyát, nem pedig a *jármű és a terep közvetlen kapcsolatát* veszik figyelembe.

A szárazföldi, helyesebben a terepen való közlekedés technikai forradalmát két kutatási irány indította meg, s ma már mindkettő számottevő eredményeket ért el. Az egyik kutatási irány az élőlények szárazföldi helyzetváltoztatását tanulmányozva jutott el az ún. *lépegető járművekhez* [1], míg a másik a *légpárnás járművek* megalkotásához tulajdonképpen a repülésnél szerzett tapasztalatokat vonatkoztatta a jármű és terep viszonyára [2].

A LÉGPÁRNÁS JÁRMŰVEK FIZIKÁJA

Mielőtt a különböző kivitelű légpárnás járművek szerkesztési problémáit, illetve műszaki adatait tárgyalnánk, úgy véljük, hasznos, ha előbb röviden foglalkozunk ezen járművek fizikájával.

A légpárnás járművek közös vonása, mint ahogyan arra már nevük is utal, hogy a jármű és terep között valamilyen módon létesített és állandóan fenntartott, a környezeténél magasabb nyomású *légréteg* van, amely megakadályozza, hogy a jármű a tereppel közvetlenül érintkezzék, s egyben ezen a légpárnán siklik előre a jármű. Ez a párnahatás különben a közönséges repülőgépek le- és felszállásakor is jelentkezik — az utasok mint hirtelen fellépő kis gyorsulást érzékelik — mivel a föld felszínéhez közel levő szárnyon a felhajtóerő ilyenkor jelentősen megnövekszik, a szárny és a talaj által határolt csatornaszerű résben ugyanis a nyomás megnő.

A *párnahatás* keletkezésének mechanizmusa még napjainkban sincs minden részletében felderítve, de fizikájáról annyit már tudunk, hogy ezen ismeretek alapján gazdaságosnak ígérkező légpárnás járműveket lehessen tervezni.

Mindenekelőtt tegyük vizsgálat tárgyává, hogy mekkora légpárnamagasságot, mekkora levegőmennyiséggel, illetve erőbefektetéssel lehet elérni. Az *1. ábrán* egy idealizált légpárnás jármű keresztmetszetét ábrázoltuk. Az ábra jól érzékelteti, hogy a P összes emelő erő két részből tevődik össze, mégpedig a p légpárnanyomás (általában 0,02 atmoszféra nagyságrendben) és a jármű F alapterületének szorzatából valamint a légáram szolgáltatta T tolóerőből. Ez a T tolóerő azt az emelőképességet képviseli, amely akkor is érvényre jutna, ha a jármű magasan a föld felett lenne. A mondottakat egyenletbe foglalva, az *összes felhajtóerőre* kapjuk:

$$P = T + pF \qquad (1)$$

A *felhajtóerőnövekedést*, amely annak a következménye, hogy a jármű a terep közvetlen közelében van, megkapjuk, ha az egyenlet mindkét oldalát elosztjuk T-vel, azaz:

$$\frac{P}{T} = 1 + \frac{pF}{T} = A \qquad (2)$$

Az így nyert A viszonyszámot *gyarapodási tényezőnek* nevezik és hogy ez miképpen függ a jármű méretétől, illetve annak a talajtól való távolságától, a légfüggönyre vonatkoztatott impulzustételből vezethetjük le.

Szállítson a légkompresszor M tömegű levegőt, amely a jármű szélén levő résből c sebességgel távozik, s ez a levegősugár zárjon be α szöget a függőlegessel. Ebben az esetben a T tolóerő függőleges komponensére

$$T_{\perp} = Mc \cos \alpha \qquad (3)$$

összefüggést kapjuk.

Ez a levegősugár azonban csak egy vízszintes irányú erő hatására tud kifelé fordulni. Ezt az erőt az egész légfüggöny szolgáltatta p erő jelenti, s ennek egyenlőnek kell lennie az egész légfüggönyre vonatkoztatott vízszintes irányú mozgásmennyiségváltozással. Mivel a h magasságú és D_0 belső átmérőjű légfüggöny felülete $D_0 h\pi$, felírható, hogy

$$p(D_0 h\pi) = Mc - Mc \sin \alpha \qquad (4)$$

ahol — mint az *1. ábra* mutatja — α negatív értékkel veendő.

Ha már most a fenti értékeket a (2) egyenletbe helyettesítjük, a gyarapodási tényezőre kapjuk :

$$A = \cos\alpha + \frac{F}{D_0 h \pi}(1 - \sin\alpha) \tag{5}$$

Az $\frac{F}{D_0 h \pi}$ viszonyt *méret-magasság viszonynak* nevezik ; a légpárnás járművek tervezésénél lépten-nyomon találkozunk vele. Lényegét tekintve ez a tényező a jármű légpárnafelületének és a légpárnát bezáró külső légpalást felületének viszonyát határozza meg. Tekintettel arra, hogy a légpárnának nem kötelező köralakúnak lennie, a légpárnás járművek tervezésénél köralakú, ún. *egyenfelülettel* szokás számolni, amelynek D_e „egyenátmérőjére" felírható :

$$\frac{F}{D_0 h \pi} = \frac{D_e}{4h} \tag{6}$$

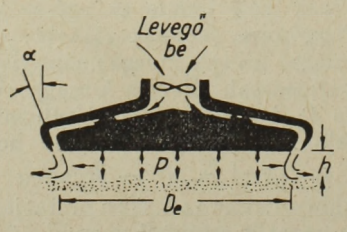
Tételezzük fel továbbá, hogy a levegősugár függőleges irányban áramlik, vagyis $\alpha = 90°$, s akkor az A gyarapodási tényező :

$$A = 1 + \frac{D_e}{4h} \tag{7}$$

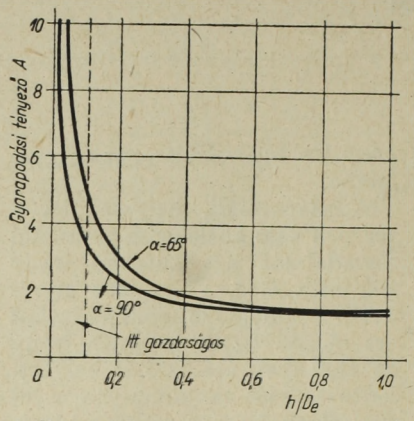
összefüggéssé egyszerűsödik.

A légpárnás járművek tervezésénél a h/D_e viszonyszám az egyik legtöbbet használt és vizsgált tényező, mert ha az A gyarapodási tényezőnek függvényében (a *2. ábrának* megfelelően) ábrázoljuk, akkor az így nyert hiperbolából a légpárnás jármű tervezéséhez rendkívül fontos szempontokat nyerhetünk.

Először is minél kisebb értékű a h/D_e viszony, annál kedvezőbbé alakul a gyarapodási tényező, vagyis akkor ahhoz a látszólag paradox megállapításhoz jutunk, hogy — ellentétben az eddig szokásos járművekkel, ahol annál több a műszaki nehézség, minél nagyobbak — a légpárnás jármű annál jobb, minél nagyobb.



1. ábra. Egy idealizált légpárnás jármű keresztmetszete



2. ábra. A h/D_e viszony a gyarapodási tényező függvényében

Természetesen ez csak egészen idealizált esetre igaz, de az való tény, hogy sokkal könnyebb több tonnás légpárnás járműveket tervezni, mint — mondjuk — egy légpárnás gépkocsit, nem is beszélve egy légpárnás robogóról.

Elemezzük tehát a *2. ábrát*. Látszólag mindaddig, amíg az A gyarapodási tényező 1 felett van, a légpárnás jármű a talaj felett fog lebegni, azonban csak idealizált esetben, ugyanis eddig nem vettük figyelembe, hogy a levegőáram tolóerejének és a légpárna nyomásának együtt legalább annyinak kell lennie, mint a jármű összsúlya. A levegőáram képviselte tolóerő viszont nagyon kicsi, hiszen ennek a levegőáramnak csak az a feladata, hogy a jármű alatt levő légpárna állandó fenntartását biztosítsa.

Ezzel kapcsolatban csak éppen megjegyezzük, hogy ellentétes esetben, vagyis ha a levegőáram képviselte tolóerő lényegesen nagyobb volna, már nem beszélhetnénk légpárnás járműről, hanem valamiféle helikopterről. Különben a korszerű helikoptereknél a fel- és leszállás gyorsítására a párnahatást fel is használják.

A további elemzés azonban világossá teszi a *2. ábrával* kapcsolatos problémát. Amíg ugyanis a D_e növelésével a légpárna területe csak négyzetesen nő, a jármű térfogata és így összsúlya a köbtörvényt követi, vagyis amint a járművet növeljük, a súlya sokkal nagyobb mértékben növekszik, mint a felületnövekedés által nyert felhajtóerő. A gyakorlat azt mutatja, hogy ha kis, tehát gazdaságos energiafelhasználás mellett akarjuk a légpárnát fenntartani, akkor a h/D_e viszonyt legalább 0,1 körüli értéken kell tartani, de az igazán jó hatásfokhoz még 0,05 alá is kell menni, ha egyéb fogásokkal nem lehetne ezen a helyzeten javítani.

Néhány hónappal ezelőtt a *Saunders-Roe Co.* angliai cég érdekes megoldási lehetőségre hívta fel a figyelmet. Ha ugyanis a légpárnát körülvevő, állandóan áramló levegőpalástot *két rugalmas* műanyaggyűrű között vezetik, akkor a légpárna magassága — a jármű egyéb műszaki adatainak meghagyása mellett — az eredetinek majdnem kétszeresére növelhető. E jelenség magyarázata az, hogy a rugalmas műanyag függönygyűrű a légpárna szempontjából elég záróellenállást jelent, s a megnövekedett légpárna úgy viselkedik, mintha csak a lelógó műanyaglebernyeg széle és a talaj között képződött volna. A gyakorlat szempontjából ennek a felfedezésnek már azért is nagy a jelentősége, mert egyenetlen talajon haladva ezek a rugalmas műanyaglebernyegek az akadályokon el tudnak hajolni, a légpárna legfeljebb egy rövid időre szenved zavart, ami a légpárnás jármű stabilitását nemigen befolyásolja.

Hogy a *légpárnában beálló zavar* nem jelent különösebb problémát, — erre a *2. ábra* grafikonja ugyancsak megadja a választ. Tegyük fel, hogy egy D_e egyenátmérőjű légpárnás jármű valamilyen oknál fogva hirtelen közelebb kerül a terephez, azaz h értéke valamelyest csökken. A *2. ábra* görbéje szerint azonban már kis h/D_e csökkenés is a gyarapodási tényező, azaz a felhajtó erő nagyfokú növekedését eredményezi, s így a légpárnás jármű „felfelé rugózik". Ha mármost a légpárna magassága hirtelen megnő, mondjuk mélyedés felett halad át a jármű, a h/D_e-ben az előbbivel ellentétes változás következik be, s a légpárnás jármű „lefelé rugózik". Ez tehát azt jelenti, hogy ha a légpárnás jármű légsűrítője egy megadott h légpárnamagasságot tud biztosítani, a légpárnás jármű fizikájából adódóan ezt a magasságot a hirtelen bekövetkező talajváltozások ellenére is széles határok közt tartani tudja.

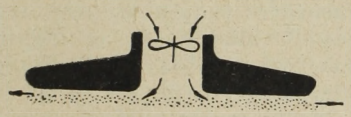
Ezen fejezet befejezéseként még csak arról teszünk említést, hogy a levegőáram α szögének helyes megválasztásával különösen a kis h/D_e értékeknél jelentős A gyarapodási tényező növekedés érhető el, s általában a legkedvezőbb α érték 65° körül van. Természetesen ezt az értéket számos külső tényező, mint a fellépő levegőveszteség, a befektetésre kerülő energiamennyiség stb. befolyásolhatják, s végső fokon a tervezéshez kísérleti úton határozzák meg az adott esetben optimális értéket.

A FŐBB FEJLESZTÉSI IRÁNYOK

A légpárnás járművek történetét áttekintve, már az 1800-as évek végéről találunk egy szabadalmat, amely lényegét tekintve nem különbözik a ma legegyszerűbb kivitelűnek számító és a *3. ábrán* vázlatosan bemutatott járműtől, csak éppen a légpárna fenntartására — nem lévén még akkor kellő aerodinamikai tapasztalat és megfelelő ventillátor — *gőzt* javasol. Különben ez a megoldás akkoriban annál is kézenfekvőbb volt, minthogy ez a korszak a gőzgépek előretörésének hősi korszaka, amikor a gőzgépben látták a jövő munkagépét.

Hiába képviseli azonban a legegyszerűbb megoldást a 3. ábra járműve, s hiába rendelkezünk napjainkban elég jó hatásfokú ventillátorokkal, ennek a megoldásnak számos, a továbbfejlesztést erősen gátló tulajdonsága van. Ha el is tekintünk attól, hogy ennél a kivitelnél a *ventillátor kürtője* sok helyet vesz el a hasznos rakfelülettől, és hogy ez a megoldás nagy légmennyiség mozgatását igényli, az igazi nehézségek a *jármű előrehaladásánál* jelentkeznek, mert ilyenkor — a kis légpárnamagasság ellenére — a légpárna annyira perturbálódik, hogy a jármű vezetése bizonytalanná válik.

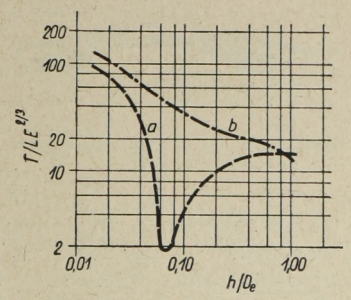
Ezeken a hátrányokon a Ford gyár egyik mérnöke, *A. Kucher* 1927-ben oly módon igyekezett javítani, hogy a *4. ábrának* megfelelően képezte ki a jármű belsejében a levegőpárnát. Így ugyan jóval kisebb levegőmennyiséggel sikerült a járművet megoldania, de az csak 1 mm körüli levegőfilmen lebegett, tehát csak rendkívül sima felület felett tudott mozogni, — igaz ugyan, hogy akár 500 km/ó sebességgel is. Lényegét tekintve ezt a megoldást alkalmazzák a *Pál-féle légpárnás köszörű*, és — mint ahogyan a későbbiekben még látni fogjuk — a sínhez kötött légpárnás járművek is.



4. ábra. A. Kucher 1927-ből származó megoldása

A repülés fejlődése bizonyos tekintetben a légpárnás járművek kialakulását is erősen befolyásolta azzal, hogy 1935-ben *T. J. Kaario* finn mérnök az *5. ábrán* vázlatosan bemutatott járművét megszerkesztette. Mint ahogyan az ábrából jól kivehető, ez a megoldás a *szárnyprofil dinamikus felhajtóerejét* igyekezett felhasználni, de — bár a járművel sikeres utakat tettek meg — a kis sebességek melletti kis emelőképesség miatt nem fejlődött tovább. A teljesség kedvéért meg kell azonban említeni, hogy az utóbbi időkben Kaario megoldásának elve más típusú légpárnás járműveknél — mint hatásfokjavító kombináció — ismét szóbakerült.

A légpárnás járművek fejlődésében az ugrásszerű változás akkor következett be, amikor az *1. ábrán* elvi vázlatban már bemutatott megoldás került előtérbe. A *jármű szélén körkörösen kialakított légfüggöny* nemcsak nagyobb légpárnamasságot eredményez, hanem a járműnek nagyobb sebességet is enged meg, mert a már kialakult légpárnát jobban meg tudja védeni a perturbációktól. Ezt az előnyt jól szemlélteti a *6. ábra*.



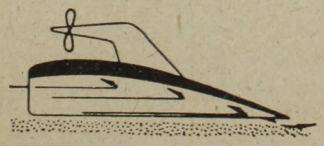
6. ábra. Az 1. és 3. ábra közti különbség a terhelhetőség és a h/D_e viszony függvényében : *a)* a 3. ábra megoldása, *b)* az 1. ábra megoldása

Lényegét tekintve a fenti megoldást fejlesztette tovább a svájci *C. Weiland* azzal, hogy nem egy egyszerű körkörös függönyt képez ki, hanem — mint ahogyan a *7. ábra* szemlélteti — segédberendezések, kis légcsavarok segítségével egy egész *légfüggöny labirintust* alakít ki — innen is a „labirint típusú légpárnás jármű" elnevezés — s ezáltal 40% energiamegtakarítást is elér. Egyelőre azonban a kis légcsavarokat meghajtó mechanizmus bonyolultsága, valamint a jármű költséges elkészítési módja gátolja szélesebbkörű elterjedését.

A Weiland-féle megoldás előnyeit — annak hátrányai nélkül — igyekszik a *8. ábrán* látható megoldás elérni, amikor a belső labirintusokat úgy képezi ki, hogy a körforgást végző levegő sebessége a széleken — vagyis ahol az atmoszférikus levegővel érintkezik — legyen a legnagyobb, azaz ott legyen a nyomás a legkisebb. Ha mármost a ventillátor bekapcsolása után a jármű csak kis mértékben is felemelkedik, a külső levegő a belső üregbe „diffundál", s mivel ott sebességét elveszti, felhajtó erőként fog jelentkezni. Mivel pedig



3. ábra. A legegyszerűbb kivitelű légpárnás jármű keresztmetszete



5. ábra. T. J. Kaario 1935-ből származó megoldása



7. ábra. C. Weiland-féle recirkulációs megoldás



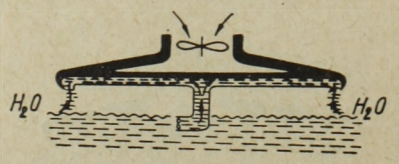
8. ábra. Módosított recirkulációs megoldás

az átlagos nyomásérték pozitív, a jármű légpárnán fog lebegni. Bármennyire is helytálló ez az elképzelés fizikai szemszögből tekintve, a külső levegő oly hatékony „bediffundáltatása", ami a kívánt állapot létrejöttét eredményezi, még komoly műszaki nehézségeket okoz. Valószínű, hogy a levegőáram, illetve a légpárna valamilyen fajta recirkuláltatása fogja a helyes műszaki megoldást nyújtani.

Eddig olyan légpárnás járművekről volt szó, amelyek elvileg egyaránt közelekedhetnek szárazföldön és a víz felületén. A *9. ábra* kapcsán egy olyan típust kívánunk ismertetni, amely *csak víz feletti közlekedésre* alkalmas ; ez az ún. *vízfüggönyös* megoldás. Ennél a kiviteli formánál egy szivattyú vizet szív fel, amely aztán a széleken visszafolyva körkörös vízfüggünyt képez. Mivel pedig a víz a levegőnél nagyobb sűrűségű, a légpárnát lényegesen jobban elszigeteli a külvilágtól, mint a levegőfüggöny, s így a légpárnát kisebb energiával lehet fenntartani. Sajnos, ez a megoldás nem gazdaságos a vízszivattyú energiaszükséglete és holt súlya miatt. Esetleg a *Wankel* és hasonló típusú motorok alkalmazása ezen a téren is változást fog hozni.

A TERVEZÉSSEL KAPCSOLATOS NÉHÁNY MŰSZAKI PROBLÉMA

Mint már az előzőkben említettük, a légpárnás járművek tervezésénél célszerű a h/D_e viszonyt minél kisebbnek választani. Tételezzünk fel egy olyan esetet, amikor a h/D_e viszony 5% és a légpárna létesítésére felhasznált energia 25%-a annak az energiának, amelyre szükség volna, ha a járművet sugárhajtóművel akarnók felemelni. Ilyen kiindulási adatok mellett a légpárnás járművet vagy túl nagyra kell méretezni, hogy a légpárna kialakítására kellő felület álljon rendelkezésre, vagy pedig a légpárna magasságát kell kicsire választani. Így pl. 50 LE befektetésével egy kb. 5 m egyenátmérőjű járművet mintegy 25 cm magasan lehet a föld felett lebegtetni. Ha mármost a jármű összsúlyát nem változtatva, az egyenátmérőt mintegy 12 m-re sikerül megnövelni, a légpárna magassága a 60 cm-t is el fogja érni. A siker tehát nagy mértékben függ attól, hogy a tervezők mennyire tudják az összsúlyt, a jármű méretei és a légpárna magassága közt az összhangot megtalálni.



9. ábra. A vízfüggönyös megoldás elve

Az impulzustételből adódik, hogy a légpárna fenntartásához szükséges energia egyenesen arányos a jármű Q összsúlyának 3/2-ik hatványával és fordítva a légpárna F felületének négyzetgyökével. Éppen ezért az összsúlynak a légpárna felületéhez való viszonya egyike a légpárnás járművek tervezésénél szereplő legfontosabb tényezőknek ; ennek a fajlagos energiaszükséglethez (LE/t/láb egységben) való viszonyát a *10. ábra* grafikonja szemlélteti. Egy adott összsúlyhoz (szaggatott vonal) annál nagyobb légpárna felület tartozik, minél kisebb a Q/F viszony, azaz minél kevesebb LE szükséges ahhoz, hogy 1 tonna összsúlyt 1 láb magasra emeljenek. Az A pontból a B pont felé haladva, a tonnánkénti LE szükséglet 70-ről 17-re esik, vagyis egy 10 tonnás járművet 700 LE helyett elvileg már 170 LE-vel üzemeltetni lehet. Ez azonban csak úgy érhető el, ha az egyenátmérőt megkétszerezik, ami viszont a jármű súlyának megnövelését vonja maga után, minek következtében az eddigi Q/F viszony sem tartható, hanem legalább kétszeresére növelendő (C pont). Ennek következtében a fajlagos energiaszükséglet 25 LE/t/láb-ra növekszik, ami azt jelenti, hogy a jármű lebegtetéséhez 500 LE-re van szükség.

A légpárnás járművek tervezésénél nem egyetlen, s tán nem is a legbonyolultabb probléma a *légpárna* létesítésének és fenntartásának kérdése. Inkább azok a jelenségek jelentenek komoly nehézséget, amelyek a *jármű mozgásával, irányításával* stb. kapcsolatosak. Mindenekelőtt fel kell hívnunk a figyelmet arra, hogy a légpárnás járműveknél — ugyanúgy, mint a helikoptereknél — *hat szabadságfokkal* kell mind a tervezőnek, mind a vezetőnek számolnia, mivel a jármű egyaránt képes le és fel, előre és hátra, illetve jobbra és balra mozogni. Ennek folytán nem kívánatos legyező, bukó és gördülő mozgások léphetnek fel, — ha az utóbbi kettő mértéke, a földközelség miatt, erősen korlátozott is. Mivel pedig a jármű légpárnán lebeg, elsősorban kis sebességeknél, tehát meginduláskor és megálláskor — különösen szilárd talaj felett — fennáll a megfarolás veszélye is.

A légpárnás járművek *irányítására több lehetőség* is kínálkozik :

a) a járművet megdöntve — mint a helikoptereknél — megkapjuk a kívánt eltérítést ;

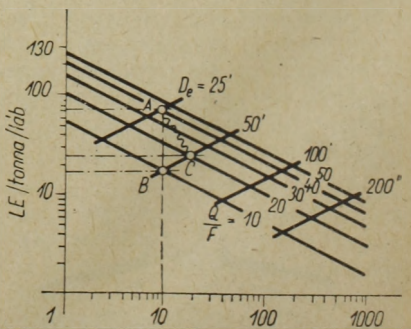
b) a légpárna fenntartására szolgáló levegőmennyiséget szelepekkel szabályozzuk ;

c) a légsugarat terelőlapátokkal irányítjuk ;

d) a járművet előrehajtó sugárművekkel, illetve légcsavarokkal irányítjuk ;

e) nagyobb sebességeknél a repülőgépnél használatos vezérsíkokat alkalmazunk.

Kétségtelen, hogy a jármű megdöntésével történő irányítás volna a legegyszerűbb megoldás, de — különösen nagyobb sebességeknél — veszélyessé válhat, mivel a megdöntött oldal könnyen be-



10. ábra. A Q/F tényező viszonya a fajlagos energiaszükséglethez

akadhat valamilyen kiálló tereptárgyba. A *b)* pontban említett megoldásnál, amennyiben a szelepek nem működnek teljesen tökéletesen, a felhajtó erő helyileg gyöngülhet, a jármű megdől, s azon kívül, hogy az előbb említett veszély is fennáll, még a felhajtó erővel ellentétes irányú erőkomponens is létrejöhet. A terelőlapátok azon felül, hogy bonyolult mechanikát igényelnek, bizonyos külső tényezőktől függő esetekben a légpárna megsemmisüléséhez vezethetnek. Amíg a vezérsíkok alkalmazása a járművet oldalszelekre teszi érzékennyé, addig a *d)* pontban említett elv megvalósítása helyes megoldást eredményezhet.

Egy másik nehézség, amivel a légpárnás jármű tervezőjének számolni kell az, hogy a légpárna kialakítására szolgáló levegő, miután a jármű belsejébe szívódott, ugyanolyan átlagos vízszintes irányú sebességgel mozog, mint a jármű, míg beszívatása előtt vízszintes irányú komponense nulla volt; ennek következtében számottevő *hátrafelé irányuló erő* léphet fel.

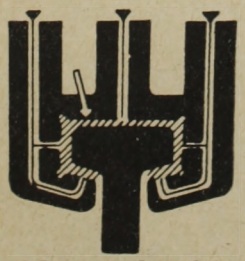
A légpárnás járművek tervezésénél a legkomolyabb probléma azonban akkor jelentkezik, ha a járműnek *lejtős talajon* való mozgása kerül előtérbe. Ilyen terepen ugyanis a jármű könnyen megcsúszik és igyekszik a lehető legkisebb levegőpárna magasságra beállni. A jelenleg forgalomban levő légpárnás járműveknél ezt a nehézséget a hajtómű erejének fokozásával igyekeznek áthidalni, és ma már ott tartunk, hogy a helyesen tervezett jármű 20%-os lejtőn is tud közlekedni. A másik megoldás — amely azonban még csak kísérleti stádiumban van — az, hogy a h/D_e viszonyt 10—20%-nak veszik és különleges automatikával biztosítják, hogy a jármű mindig vízszintes helyzetet foglaljon el.

Most még néhány szót a *légpárnás jármű vezetéséről*. Addig, amíg a jármű műúton (akármilyen rosszon is) halad, nincsen — a már vázoltakon túlmenően — különösebb vezetési nehézség, de más a helyzet, ha a jármű letér a műútról és terepen halad. A vezetőben, aki ismeri a jármű fizikáját, számos aggály merülhet fel, amelyek arra késztetik, hogy a jármű sebességét csökkentse, sőt néha meg is álljon. Így pl. gyakran nem egyszerű eldönteni, hogy vajjon két fa között áthaladjon-e, nem lép-e fel káros szívó vagy emelő hatás (Bernoulli tétel); miképpen kerüljön meg egy tereptárgyat stb. A tapasztalat azt mutatja, hogy mindaddig, amíg a légpárnás járművet megfelelő mérőműszerekkel és automatikával nem látják el, azt a sebességet, amit egyébként elvileg és műszakilag is el lehet érni, terepen nem lehet megvalósítani.

A LÉGPÁRNÁS JÁRMŰVEK ÉS A VASÚT

Közismert tény, hogy a kapitalista országokban a vasút a gépjárművel és a légiközlekedéssel egyre élesebb harcot vív. A legutóbbi időkig úgy tűnt, hogy ebben a versenyben a sínhez kötött járművek erősen lemaradnak. Különös jelenség, hogy éppen a világ egyik legnagyobb autógyártó vállalatának, a *Ford üzemeknek* kutatólaboratóriumában már több évtizede olyan kísérletekkel foglalkoznak, amelyeknek az a célja, hogy a *sínen haladó járműveket* a gépkocsi, illetve a repülőgép sikeresebb versenytársává tegyék. Ezek a kísérletek odáig jutottak, hogy ma már próbautak épülnek olyan sínen közlekedő járművek — az ún. *Levacar*-ok — kipróbálására, amelyek 160 LE-vel 160 km/ó sebességgel tudnak utasokat szállítani.

Ezek a sikerek a légpárnás jármű elvének több évtizedes tanulmányozásán és következetes keresztülvitelén alapulnak. A Levacar rendszer lényegét a *11. ábra* szemlélteti. A jármű nem közvetlenül a sínen, hanem egy, a sínpályán megfelelő módon kialakított légpárnán siklik, s mivel így lényegesen kisebb a súrlódás, kisebb energiabefektetéssel nagyobb sebesség érhető el. Lévén a sínek felülete megközelítően sima, a légpárnának nem kell milliméter nagyságrendnél vastagabbnak lennie s így a h/D_e viszony természetesen kedvezően alakul.



11. ábra. A Levacar-rendszer elve

A Levacar rendszerű jármű közlekedtetésére azonban a jelenlegi, már lefektetett sínek profiljai nem alkalmasak, mert rajtuk a légpárna nem alakítható ki gazdaságosan. Ennek ellenére nagy az érdeklődés ez iránt a lehetőség iránt.

Eltekintve attól, hogy a már lefektetett sínekre viszonylag egyszerű módon erősíthetők fel a Levacar sínfelületei, e rendszer mind a személy-, mind pedig az áruszállításnál számos szempontból előnyösebb, mint a gépjármű, illetőleg a repülőgép. Sebessége elérheti a helyi repülőgépjáratok utazósebességét — a *12. ábra* 800 km/ó sebességre tervezett szerelvény működő modelljét mutatja be — nem is számítva a repülőtérről és az oda történő szállítás időtartamát. Ezen felül az utazás földön, illetve földközelben történik, így a Levacar rendszerű jármű minden téren biztonságosabb, az időjárás szeszélyeitől sem függ olyan mértékben. Minél nagyobb a személy-, illetve az áruszállítás, annál gazdaságosabb.

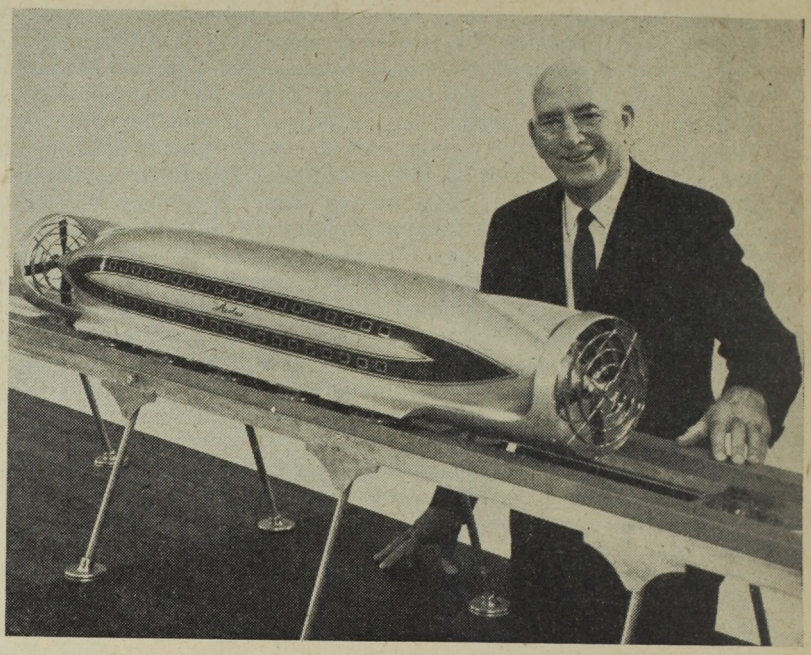
A felsorolt okokon felül azonban jelentős műszaki előnyök is szólnak a Levacar rendszer mellett. Maga a légpárnás siklórendszer — amelynek kiviteli formáját a *13. ábrán* mutatjuk be — egészen egyszerű. A csőből készült szerelvény alváza egyben a légpárna kialakításához szükséges levegő szállítására is szolgál. A légpárnás csúszkák egy keretben foglalnak helyet, amely torziós rúddal csatlakozik az alvázhoz. A torziós rúd és megfelelő rugók biztosítják, hogy a jármű a sín egyenetlenségeit követni tudja. A levegő a csőalvázból hajlékony műanyagcsöveken jut a csúszkák alsó, illetve oldalsó felületére, s ezáltal a jármű nemcsak légpárnán siklik, hanem a vezetést is légpárnák biztosítják. Ha valamilyen ok következtében a légpárna megszűnik, különösebb szerencsétlen-

ség nem következhet be, mert a csuszkák alatt van egy biztonsági csuszka is, amely a fékeket működésbe hozza.

Rendes körülmények között a megállás úgy történik, hogy először a menetiránnyal ellentétes irányú tolóerőt engedik hatni, — ezért van, mint ahogyan a modell is szemlélteti, a jármű mindkét végén légcsavar, — s ha a sebesség ily módon 160 km/ó alá esett, lépnek működésbe a fékek. Ezek, lényegüket tekintve, fúvókákkal ellátott féksaruk ; amikor a felső légpárna magassága csökken, ezeken a fúvókákon kiáramló levegő hozza a féksarukat működésbe. A féksaruk felmelegedése csekély, a hő ugyanis nem halmozódhat fel a sínekben, mivel a jármű légpárnán csúszik előre.

Vizsgáljuk meg, hogy egy 200 férőhelyes Levacar, amely sík terepen 320 km/ó, 2%-os emelkedőn 240 km/ó sebességgel halad, mekkora energiabefektetést igényel.

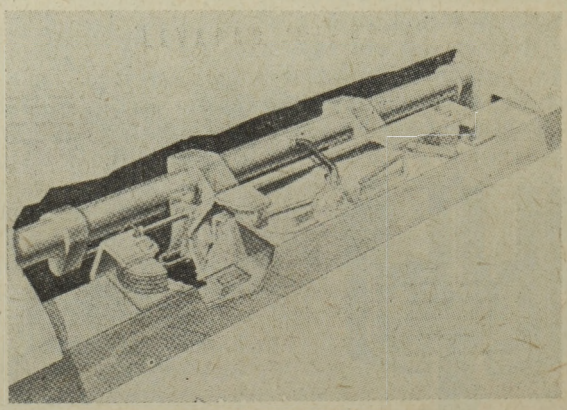
A tervek szerint a jármű súlya mintegy 38 t lenne, s mivel a légpárna fenntartásához tonnánként 17 LE, a jármű vezetéséhez pedig 8 LE szükséges, összesen 950 LE emeli és stabilizálja a Levacart. Mint említettük, a 160 km/ó sebességhez 160 LE hajtó-vonó teljesítményre van szüksége, s tekintettel arra, hogy ez az érték a sebesség köbével arányosan növekszik, 320 km/ó sebességhez 1300 LE, 500 km/ó sebességhez pedig 4800 LE szükséges. Ez tehát azt jelenti, hogy az 500 km/ó sebességgel közlekedő Levacar rendszerű 200 személyes jármű szükséglete 5800 LE körül van, ami egy hasonló teljesítményű korszerű repülőgéphez képest kedvező értéknek mondható. A repülőgépnél ugyanis, mint ismeretes, 1 : 20 siklószámmal számolva, 320 km/ó sebességnél 53 LE szükséges minden tonna súly felemelésére és több mint 80 LE kell 500 km/ó sebességnél.



12. ábra. A 800 km/óra sebességre tervezett Levacar működő modellje

NÉHÁNY MÁR MEGVALÓSÍTOTT LÉGPÁRNÁS JÁRMŰ ÉS A JÖVŐ

A légpárnás jármű a vágyak és a laboratóriumi kísérletek állapotából akkor került ki, amikor *C. S. Cockerell* Angliában, *C. Weiland* Svájcban, *J. C. M. Frost* Kanadában, *V. Levkov* a Szovjetunióban megalkották első, már nemcsak tudományos-műszaki játékszernek tekinthető járműveiket. Ezek közül mutatunk be a továbbiakban néhányat.



13. ábra. A Levacar megoldás légpárnás csúszkája

Mivel a légpárnás járművek egyik szülőhazája kétségtelenül *Anglia*, érthető, hogy amikor olyan járművek szerkesztésének lehetőségéről volt szó, amelyek szárazföldön és vizen egyaránt közlekedhetnek, a tervezők mindjárt a *La Manche csatornán* való átkelésre gondoltak. Ennek jegyében született meg a *14. ábrán* látható, közel 20 m hosszú, D_1 jelzésű csatornaátkelő *légpárnás komp*, amelynek egyik érdekessége, hogy oldalfalai a légpárna kialakulása után is kb. 15 cm-re a vízbe nyúlnak s így a légpárna fenntartására kevesebb energia szükséges, mintha a légfüggönyös megoldást választották volna. Ennek ára azonban az, hogy ezzel a megoldással szárazföldön nem lehet közlekedni, — ebben az esetben azonban ettől el is lehet tekinteni. A légpárnás komp súlya 4,5 t és a légpárna fenntartására két 25 LE-s, 3 hengeres, kétütemű Excelsior motor hajtotta ventillátor szolgál, míg az előrehaladást két 35 LE-s motorcsónakmotor — állítható szögű csavarokkal — biztosítja,

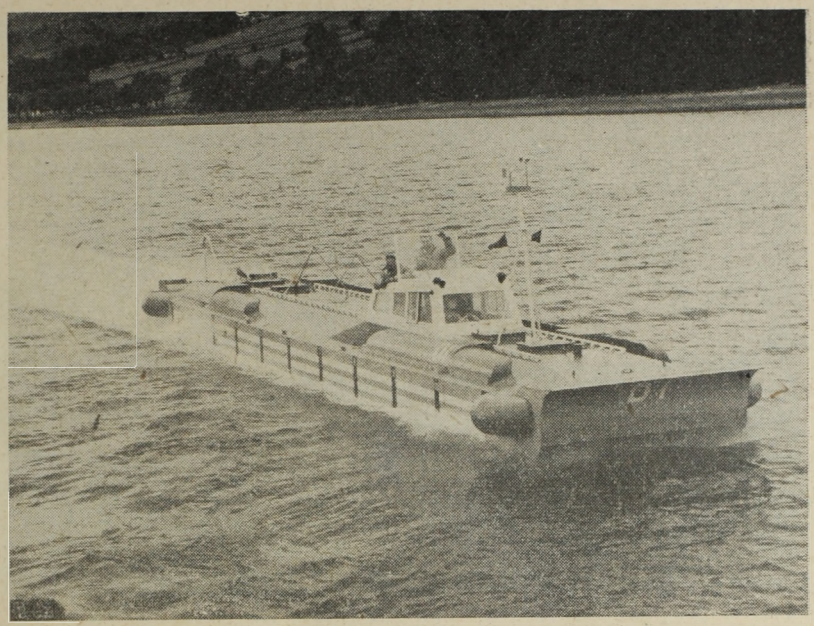
mégpedig 40—50 csomó óránkénti sebességgel.

Az itt szerzett tapasztalatok arra ösztönözték a tervezőket, hogy olyan 66 személyes kompot készítsenek, amely 70 csomó óránkénti sebességgel szállítja majd az utasokat és úgy köt ki, hogy a víztükörről egy enyhén lejtő beton futópályán át jut a magasabban fekvő épületekhez. A jobb Q/F viszony érdekében a jármű testének építésénél a vízi repülőgépeknél használatos építési módot választották, s a borítófelület átlagos vastagsága nem haladja meg a 0,75 mm-t. Ez azt eredményezi, hogy a Q/F viszony $2{,}4 \cdot 10^{-3}$ kg/cm^2 lett, de a továbbiakban még ezen az arányon is javítani kívánnak és remélik, hogy elérik az $1{,}4 \cdot 10^{-3}$ kg/cm^2 arányt, s ily módon a hasznos terhelhetőséget növelhetik.

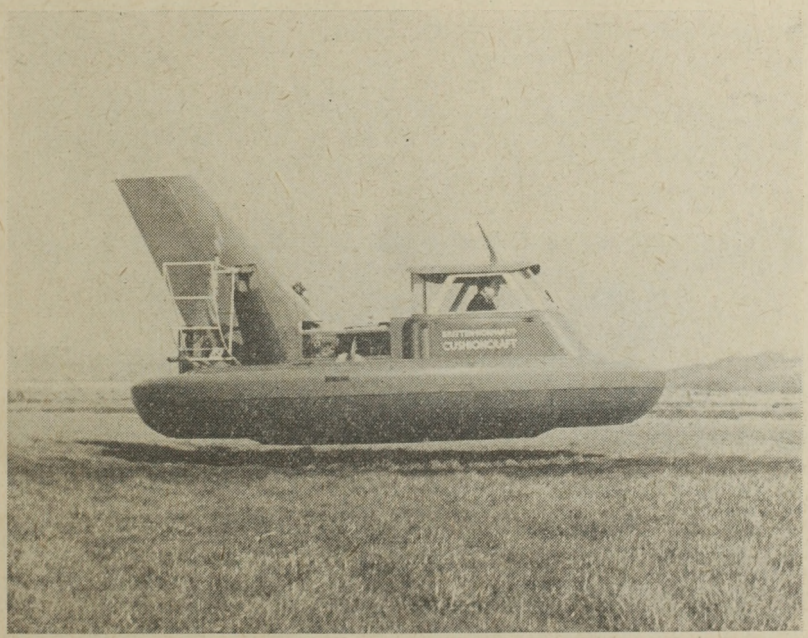
A *15.* és *16. ábrák* jól szemléltetik, hogy egy elv miképpen válik mind tökéletesebb műszaki valósággá és egyben formája esztétikailag is miképpen fejlődik. A *Britten Norman LTD* CC-1 jelű légpárnás járművét, amelyet ültetvények megrendelésére készítettek, s elsősorban banánszállításra használnak, még a vezérsík két oldalán elhelyezett légcsavar hajtja előre. Építési költsége is jóval a 20 000 font felett volt. Ebből fejlesztették ki a CC-2 típust, amely elsősorban személyforgalomra szolgál. Súlya 2,5 t és a vezetőn kívül 9 főt tud szállítani. Teljes terhelés esetén kb. 30 cm-nyire, míg terheletlenül 60 cm-re lebeg a föld vagy víztükör felett. A 273 literes üzemanyagtartály 800 km út megtételét teszi lehetővé, s közben a jármű 90 km/ó sebességet is elérhet. Érdekessége, hogy nem légcsavar-, hanem reaktív hajtású.

Két motorkerékpár motor hajtja a GERM légpárnás gépkocsit *(17. ábra)*, amelyek közül az egyik a légpárna fenntartására, a másik az előrehaladásra szolgál.

A légpárnás megoldások azonban a *légiközlekedésben* is szerepet kaphatnak : *V. Levkov* professzor olyan repülőgépet is szerkesztett, amely a szokásos kerekek helyett légpárnára száll le.

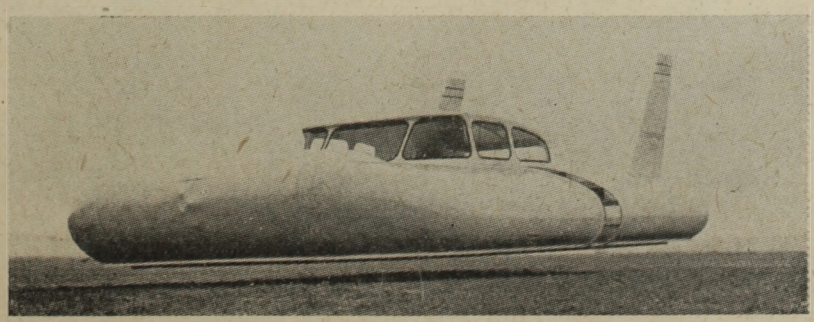


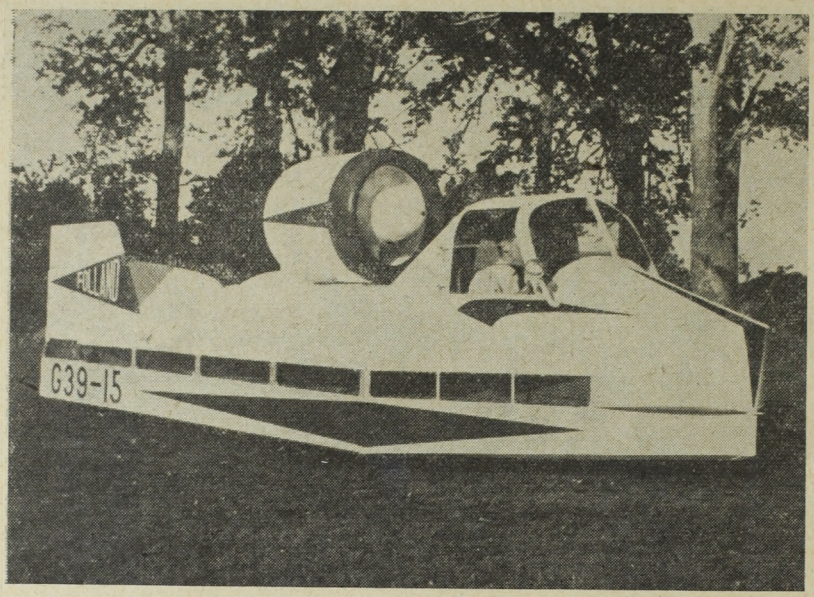
14. ábra. William Denny & Brothers Ltd. csatornaátkelő légpárnás kompja



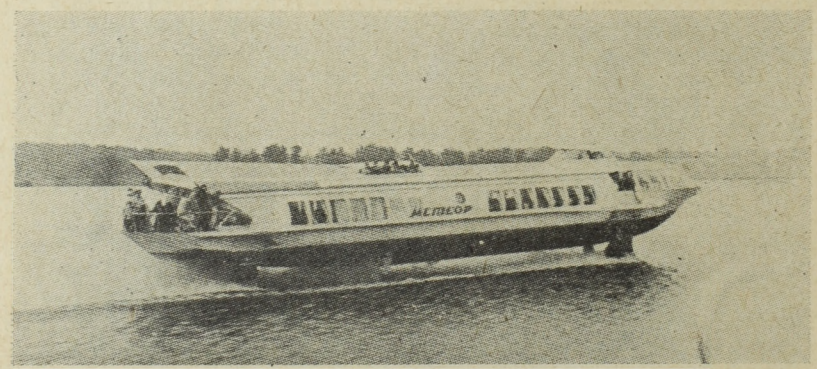
15. ábra. A Britten Norman Ltd. CC-1 jelű banánszállító légpárnás járműve

16. ábra. A Britten Norman Ltd. CC-2 jelű személyszállító légpárnás járműve

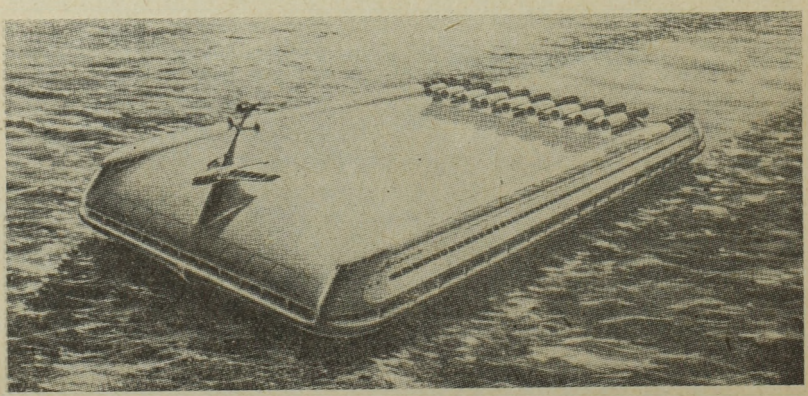




17. ábra. GERM légpárnás gépkocsi



18. ábra. Az 53 tonnás szovjet hordszárnyas hajó, a Meteor



19. ábra. A jövő légpárnás óceánjárója

A *vízi közlekedésnél* azonban, különösen mélyebb vizeknél, méltó versenytársa támad a légpárnás járműveknek az olyan *hordszárnyas hajókban*, mint pl. az 53 tonnás szovjet *Meteor (18. ábra)*, amely 150 utasát 70 km/ó sebességgel röpíti a víz felszínén. A nagy folyók és óceánok hajózásánál tehát nyílt még a harc a *légpárnás (19. ábra)* és a hordszárnyas megoldások között, de a szakembereknek az a véleménye, hogy a végső megoldás e két módszer házasságából fog megszületni, egyesítvén mindkét jármű jó tulajdonságait. Egy ilyen óceánjáró kezdetben légpárnán siklanék, de amikor már kellő sebességet ér el, útját kibocsájtott hordszárnyain folytatná, lényegesen kisebb energiaszükséglettel, mint a légpárnás jármű.

A légpárnás járművekkel kapcsolatos problémakört nagy vonalakban áttekintve, befejezésképpen fel szeretnénk vetni ezen új közlekedési eszköz *hazai viszonyok közt való alkalmazhatóságának* kérdését, illetve röviden vizsgálat tárgyává tenni, hogy célszerű volna-e ezzel a járműtípussal mind kutatóintézeti, mind pedig ipari szinten foglalkozni.

Mindenekelőtt abból a két közismert tényből indulunk ki, hogy a *hazai úthálózat*, bár elég fejlett, minőségileg több kívánnivalót hagy maga után, valamint hogy éppen a *nagyüzemi mezőgazdaság* fejlesztésének egyik sarkalatos kérdése a termékek gyors, olcsó és az időjárási viszonyoktól nagy mértékben nem függő szállítása. Gondoljunk csak arra, hogy milyen nehézséggel küzdenek még a legjobb traktorok is, ha egy kicsit sárosabb a talaj, mennyi energia megy ilyenkor feleslegesen veszendőbe. Ilyen és ehhez hasonló lehetőségekre gondolva talán már nem is tűnik olyan bizarrnak az a feltevés, hogy a különböző típusú légpárnás járművek a jövőben elterjedt szállítóeszközök lesznek [3].

Elképzelhetők olyan megoldások is, amelyeknél le lehet mondani a hajtóműről, s így a légpárnás jármű nemcsak olcsóbb lesz, de a teherbíróképessége is megnő. Így pl. már mopedmotor nagyságrendű motorral olyan *légpárnás targoncát* lehet készíteni,

amellyel 100 kg körüli súlyt lehet — akár szántóföldön is — könnyen tolva szállítani.

Legújabb hírek szerint a *Vickers—Armstrongs* angol cég 2000 fontért olyan *kiegészítő egységet* szállít *bármilyen gumikerekű mezőgazdasági géphez, tehergépkocsihoz*, amellyel olyan mérvű légpárnát lehet a jármű alatt előállítani és fenntartani, hogy a mély, sáros talajba sem süllyed le. Az előrehaladásról továbbra is a jármű kerekei gondoskodnak. A kiegészítő egység — amelyet bármely gépállomás, javítóműhely fel tud szerelni — lényegében véve egy, a jármű köré vonható, rugalmas műanyagfüggöny és két megfelelő légcsavarral ellátott kürtő, mely a légpárna kialakítására szolgál. Amennyiben a jármű motorja nem elegendő, a légcsavarok hajtásához külön segédmotort adnak. A kiegészítő egység szállítási ideje két hónap.

A légpárnás járművek azonban nemcsak mezőgazdasági vonatkozásban jelenthetnek bizonyos szállítási problémák megoldásában könnyítést. Hazai viszonyaink közt figyelmet érdemel a *Levacar rendszerű közlekedés* kifejlesztésének gondolata is. A belföldi légiközlekedés ugyanis sem a személy-, sem az áruszállítás szempontjából nem kedvező; a kis távolságok miatt a jelenlegi repülősebességet nemigen lehet növelni, minthogy a nagyobb sebességű gépek a várostól még távolabb fekvő, még nagyobb repülőtereket igényelnek. Hiába tart a légiút csak 20—25 percig, ha másfél órát is igénybe vesz a repülőtérre és onnan való utazás, illetve az áruk szállítása. A már tárgyalt Levacar szerelvény viszont az egyik város központjából a másik, 150 km-re fekvő város központjába 38 perc alatt érhet el, amelyből 3 perc jut a felgyorsulásra és 2 perc a megállásra.

Érdemes volna tehát a légpárnás járművek kérdésével *tudományos szinten* hazánkban is foglalkozni. Mindjárt hangsúlyozni kívánjuk azonban, hogy bármennyire egyszerű is az elv, s viszonylag egyszerű feladat légpárnás targoncát készíteni, annál nehezebb egy olyan nagyobb légpárnás jármű megtervezése és építése, amilyet néhány példán a fentiekben bemutattunk. Hogy minden tekintetben gazdaságosnak mondható légpárnás járműveket tervezhessünk, ahhoz előbb több éves kutatóintézeti munka, az aerodinamikai és a közlekedési szakemberek, a gépészmérnök és a fizikus összefogása szükséges. Csak ilyen megalapozott kutatás után lehetne egyáltalán gondolni az ilyen járművek szélesebbkörű alkalmazására. Úgy véljük azonban, hogy Magyarországon, ahol a közlekedési eszközök fejlesztésének értékes hagyományai vannak, érdemes és szükséges volna ezzel a kérdéssel is szervezetten foglalkozni.

IRODALOM

[1] *J. H. Schigley* cikke a New Scientist 1961. évi 10. számában. 584—586. old.

[2] *D. Jay:* Hovering Craft & Hydrofoil, 1961. évi 1. sz., 21—22. old.

[3] *V. Koszkokhin—I. Szaltikov* cikke a Pravda 1961. július 16-i számában.

Könyvszemle

Szakács—Jávor—Szládik—Kassai: Diesel-motoros vasúti járművek

(szerk.: Vághegyi Károly)

Bp. 1962. Műszaki Könyvkiadó, 715 old. 562 ábra (ára kötve: 57,— Ft)

A *Vasúti Szakkönyvtár* 21. köteteként megjelent kiadvány fontos szerepet tölt be: az a célja, hogy közvetlen szakmai segítséget adjon a vasút mindazon vontatási dolgozói számára, akik a diesel-motorokkal, az ilyen járművek üzemével foglalkoznak, illetőleg a jövőben foglalkozni fognak. A kötet szerzői teljességre törekedtek ugyan, azonban elsősorban a motorvezetők és a motoros segédkezelők, valamint a motorszerelők igényeit tartották szem előtt; ezért főként azokat a kérdéseket, szerkezeti részeket tárgyalják bővebben, amelyek az említett szolgálati teendőkkel közvetlenül kapcsolatosak.

A kötet I. része a *belsőégésű motorok működését* ismerteti, tárgyalva az Otto-motorokat és a diesel-motorokat, ezek teljesítményeit és üzemi tulajdonságait. A II. rész a *belsőégésű motorok nyugvó alkatrészeivel* (hengerfej, henger, forgattyúház, szívó- és kipufogócső, légszűrő, tömítések) foglalkozik. A III. rész viszont a *motorok mozgó alkatrészeit* ismerteti: ennek keretében tárgyalják a szerzők a forgattyús hajtóművet, az erő- és mozgásviszonyokat, a dugattyút, a dugattyúgyűrűt és -csapot, a hajtórudat, a csapágyakat, a forgattyústengelyt, a lendítőkereket, a lengéscsillapítókat, továbbá a négyütemű motorok vezérlését, a vezérlő szerveket. A IV. rész — kellő részleteséggel — a *motorok járulékos berendezéseivel* foglalkozik: a tüzelőanyagellátással, a befecskendező szivattyúkkal, ill. a porlasztókkal, a motorok beállításával, a diesel-motorok feltöltéssel való teljesítménynövelésével, a motorok kenésével, hűtésével és üzem közbeni ellenőrzésével. Az *erőátviteli berendezéseket* tárgyaló V. rész az erőátvitel elméleti alapjaival, a mechanikus, hidraulikus és hidromechanikus erőátvitellel foglalkozik. A VI. rész foglalja össze a *diesel-járművek villamos berendezéseire* vonatkozó tudnivalókat. Az elektrotechnikai alapismeretek után a könyv a villamos gépekkel, a villamos erőátvitellel, valamint a villamos készülékkel és berendezésekkel foglalkozik. A *motoros járművek vezérlő- és fékberendezését*, valamint a fűtési megoldásokat a VII. rész tárgyalja. A tartalmas kötet anyaga a VIII. résszel zárul, amelyben a szerzők a *motoros járművek felépítését, csoportosítását és kiszolgálását* ismertetik; ebben foglalkoznak a futóművel, a forgóalvázzal és a járműszekrénnyel, az egyes motoros járműfajtákkal, a dieselvontatás legfőbb üzemi feladataival, valamint a MÁV korszerű motoros járműtípusaival.

A közúti közlekedési balesetek alakulása az 1961. évben

MÁNYI SZABÓ ISTVÁN

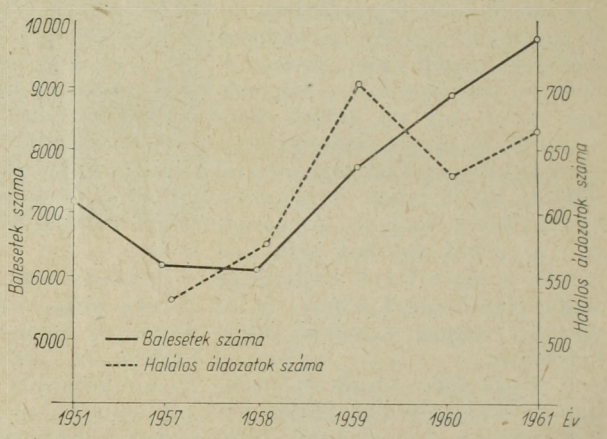
A *közúti közlekedési balesetek* számának alakulását az utóbbi években hazánkban is nagy érdeklődés kíséri. Intézkedések történtek, különböző kutatócsoportok, társadalmi szervek alakultak annak érdekében, hogy feltárják azokat a módszereket, amelyekkel sikeresen harcolhatunk a közúti közlekedési balesetek megelőzéséért.

Az ezzel a problémakörrel foglalkozó szakemberek egybehangzó véleménye az, hogy a közúti közlekedési balesetek csökkentéséért folyó harc egyik alapvető feltétele : a bekövetkezett balesetek okait és körülményeit pontosan rögzítő *statisztikai adatgyűjtés* bevezetése. Ennek megfelelően a Belügyminisztérium, a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium és a Központi Statisztikai Hivatal együttműködésének eredményeként 1961. január 1-től bevezetésre került egy *új statisztikai felvételi lap*, amelyet a baleseti járőr állít ki a baleset színhelyén. Ezt a részletes baleseti felvételi lapot a Központi Statisztikai Hivatalban gépi úton dolgozzák fel.

Az 1961. évben feldolgozott anyag az eddiginél sokkal részletesebb képet ad a Magyarországon bekövetkezett közúti közlekedési balesetek alakulásáról.

Vizsgáljuk meg a balesetek alakulását néhány fontosabb adat elemzésén keresztül *(1. táblázat)*.

Az adatokból kitűnik, hogy az 1961. évben a közúti közlekedési balesetek számában ismét jelentős (11%-os) *emelkedés* következett be. A balesetek abszolút száma azonban egymagában nem sokat mond. A szakirodalomban a legszokásosabb a járművek megtett útjára (járműkilométerre) vetíteni a balesetek számát. Nézzük, hogyan alakult ez nálunk *(2. táblázat)*.



1. ábra. A közúti közlekedési balesetek számának alakulása az 1951—1961. években

1. táblázat

A balesetek száma és megoszlása súlyossági fok szerint az 1961. évben

A balesetek súlyossági fok szerint	Országosan		Budapesten		Vidéken	
	Balesetek száma	Sérültek, illetve meghaltak száma	Balesetek száma	Sérültek, illetve meghaltak száma	Balesetek száma	Sérültek, illetve meghaltak száma
Halálos	595	666	123	157	472	509
Súlyos sérüléses	3970	4 536	1046	1117	2924	3419
Könnyű sérüléses	3306	4 891	2084	2559	1222	2332
Sérülés nélküli (anyagi káros)	2027	—	1001	—	1026	—
Összesen	9898	10 093	4254	3833	5644	6260

A közúti közlekedési balesetek számának alakulását az elmúlt években az *1. ábra* mutatja.

2. táblázat

A 100 millió járműkilométerre jutó közúti közlekedési balesetek száma[1]

Mutatószám	1960	1961	1961. év az 1960. év %-ában
	években		
100 millió jműkm-re jutó :			
közúti balesetek száma	336	342	101,8
sérült személyek száma	283	325	114,8
meghaltak száma	24	23	95,8

[1] A mutató kiszámításához felhasznált járműkilométer adatból a magántulajdonban levő járművek adatai becsültek.

Ezek az adatok — sajnos — azt mutatják, hogy hazánkban a közúti balesetek növekedése az 1961. évben meghaladta a közúti forgalom fejlődését. Az adatok értékeléséhez megemlítem, hogy a 100 millió járműkilométerre jutó balesetek száma a Német Szövetségi Köztársaságban 430, Franciaországban pedig 240 volt. (Az adatok a nem gyorsforgalmú utakon az 1951—1956. években bekövetkezett balesetekre vonatkoznak.)

Elemzési célokra szokásos még a 100 000 lakosra jutó közúti balesetek számának a kiszámítása is *(3. táblázat)*.

Az új statisztikai feldolgozás részletes adatokat szolgáltat a közúti közlekedési *balesetek okairól*. Ezekből kiderül, hogy a legtöbb balesetet, az összes balesetek 70%-át a járművezetők okozzák, különböző szabálytalanságok elkövetésével.

3. táblázat

A 100 000 lakosra jutó közúti közlekedési balesetek száma

Mutatószám	1960	1961	1961. év az 1960. év %-ában
	években		
100 000 lakosra jutó :			
balesetek száma	89,3	98,7	110,5
sérült személyek száma	75,1	94,0	125,2
meghaltak száma	6,3	6,6	104,8

Mint az adatokból látható, a *járművezetők* hibájából bekövetkezett balesetek között a legnagyobb gyakorisággal a „figyelmetlen, gondatlan vezetés", az „elsőbbségi jog figyelmen kívül hagyása" és — sajnos — az „ittasság" szerepel *(4. táblázat)*.

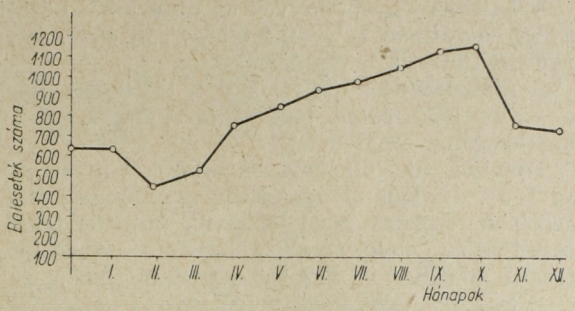
4. táblázat

A járművezetők hibájából bekövetkezett balesetek okai[2]

előidéző oka	A balesetek száma	az összes balesetek %-ában
Gyorshajtás	719	7,3
Sebességkorlátozás túllépése	673	6,8
Elsőbbségi jog figyelmen kívül hagyása	1097	11,1
Szabálytalan előzés	683	6,9
Követési távolság be nem tartása	335	3,4
Szabálytalan fordulás	416	4,2
Ittasság	920	9,3
Figyelmetlen, gondatlan vezetés	1465	14,8

[2] Csak a fontosabb okok feltüntetésével.

A *gyalogosok, utasok* hibájából bekövetkezett balesetek száma az összes balesetek 26,5%-a. E csoportban a legtöbb balesetet a „gyalogos szabálytalan áthaladása az úttesten" és a „mozgó járművekről való le-, illetve mozgó járművekre való felugrálás" okozta.



2. ábra. A közúti közlekedési balesetek alakulása havonként

A járművezetők és gyalogosok hibájából bekövetkezett balesetek együttesen a balesetek 96,5 százalékát adják. Ha figyelembe vesszük azt, hogy gondos és rendszeres oktató, nevelő és felvilágosító munkával ezek a balesetek elkerülhetők — szemben a műszaki természetű meghibásodásokkal és okokkal —, felmérhető az az óriási feladat, amely e tekintetben az illetékes szervekre hárul. A közúti balesetek teljesen nem szüntethetők meg, de számuk — az előzőek alapján — nagymértékben csökkenthető.

A balesetek okainak vizsgálata után nézzük meg azokat a *körülményeket* is, amelyek közrejátszottak a balesetek bekövetkeztében, és amely körülmények között azok megtörténtek.

Ezek között az első helyen a *pályában rejlő hiányosságokat* kell megemlítenünk. Köztudomású, hogy kis burkolat-szélesség esetén sokkal nagyobb a baleseti veszély. Ha figyelembe vesszük, hogy a magyar *utak átlagos szélessége* alig haladja meg a négy métert, felmérhetjük ennek káros következményeit. Az útburkolat nem megfelelő szélessége sokszor hozzájárul az előzéssel és a szemben haladó járművek összeütközésével kapcsolatos balesetek bekövetkeztéhez.

Az 1961. évi közlekedési balesetek 50%-a a hat méternél keskenyenyebb felületű utakon történt.

5. táblázat

A közúti balesetek száma útalakzat szerint

Útalakzat	Országos főútvonalon	Egyéb országúton	Városi főútvonalon	Mellék- és községi utakon	Egyéb és ismeretlen úton	Összesen	
						szám	%-os megoszlás
Útkereszteződés	63	39	931	395	2	1430	14,4
Útbetorkolás	150	110	1192	536	5	1993	20,2
Útelágazás	10	20	27	66	2	125	1,3
Körforgalom	—	—	32	13	26	71	0,7
Útkanyar	89	234	53	368	2	746	7,5
Híd	5	10	7	15	41	78	0,8
Hídfő	2	4	24	16	4	50	0,5
Aluljáró	—	2	3	6	5	16	0,2
Alagút	—	1	1	2	—	4	0,0
Útszűkület	—	—	2	10	—	12	0,1
Vasúti átjáró : sorompóval	17	24	13	24	2	80	0,8
Vasúti átjáró sorompó nélkül	1	15	9	24	2	51	0,5
Egyéb hely	911	1101	1435	1767	28	5242	53,0
Összesen	1248	1560	3729	3242	119	9898	100,0

Lefelé az út Óbudáról Császárfürdőig 9, onnan a Bomba térig szintén 9, a Bomba tértől a hajóhídig pedig 11, összesen 29 percig tartott.

A csinosra festett, félig fedett utasszállító dereglye a hajó mögött hosszú kötélen, 10—12 ölre volt és 50 személyt fogadott be.

Miután a társaság kötelezte magát, hogy a pest-budai hajóhíd bérlőjét illető hídvámot beszedi és a hídbérlőnek kifizeti, Pest város tanácsa 1820. július 14-én a helyi hajózásra az engedélyt kiadta.

A „*Pressburger Zeitung*" 1820. július 21-i számában erről az alábbi tudósítást olvashatjuk :

„*A. Cs. Kir. szab. „Carolina" gőzhajó július hó 16-án kezdte meg a maga mögé kötött, csinosan épített, hozzáillő hajóval („Lustschiff"), amely nek neve „Tragboot", a járatokat naponta a két part között. Ezen vállalkozás sok szempontból hasznos és dicséretreméltó. A kiinduló állomás Pesten a hídnál van és a hajó Budán három állomást érint — Bomba-teret, Császárfürdőt és Óbudát —. A hajó a két végpont között reggel 4 óra és délután 7 óra között két utat tesz. Napközben Császárfürdőről fél 10, fél 12, 1, 4 és 6 órakor lehet Pestre jönni.*

A járatok minden időjárás mellett indulnak, még akkor is, ha nincs utas. Az indulást — 5 perccel előtte — lövés jelzi. Pénteken, schabbes-re való tekintettel, az esti út Óbudára 5 órakor van. Vasárnap délután szép időben sétautak vannak, különösen a kedves Margitszigetre. A viteldíj le- és felfelé személyenként Pest—Bombatér között 10, Császárfürdőre 20 és Óbudára 30 krajcár. Azon személyek, akik hídvámot fizetnek, tartoznak ezt a hajóúton is leróni.

A csoportos utasok kevesebbet fizetnek, az óbudai járatra bérletek is válthatók.

A társaság címe : Cs. Kir. szab. „Carolina" gőzhajó kezelősége. Vezető : A. Bernhard és Liedemann."

Kedvezőtlenül befolyásolta azonban az üzem fenntartását egyrészt a kötelező hídpénz, másrészt az, hogy a Pesti Városi Tanács a viteldíjat alacsonyabban állapította meg a tervezettnél. A Margitsziget pedig József főherceg tulajdonában volt és a belépődíj fizetése mellett a hajó kikötéséhez még a tulajdonos külön engedélye is kellett.

Ilyen körülmények közt a vállalkozás nem váltotta be a hozzáfűzött reményeket. Bernhard anyagi nehézségek közé került, pedig ekkor már 67 000 forintot fektetett bele hajója építésébe. Ezen összeg legnagyobb részét Pécs város áldozatkész és hazafias érzelmű polgárai adták össze. Bernhard társa, Simon József még 1820-ban — 6000 Ft követelésének biztosítására — a „Carolina" gőzöst elárvereztette.[2]

Bernhard ez után, 1821. július hó 15-én *Eszéken hajóstársaság alapítását* kísérelte meg. Felhívása szerint a társaság alaptőkéje 100 000 Ft-ra volt tervezve és 100 Ft névértékű részvényekből állt. A részvényeket Pesten 1822. március 24-én állították ki. Sajnos, az alapításról további részleteket nem tudunk.

Bernhard Antal a dunai hajózás terén *úttörő munkát* végzett ; a „Carolina" gőzhajó üzembeállításával tíz évvel megelőzte a Bécsben épült „I. Ferenc" nevű gőzöst, amely csak 1830-ban készült el és kezdte meg a személyhajózást Pest és Bécs között. De a félgyarmati sorban levő Magyarországon Bernhard találmányával magára maradt.

„A magyar gőzhajózás alapvető munkájában azonban Bernhard Antalnak oly elévülhetetlen érdemei vannak, amelyek megérdemlik, hogy hálás kegyelettel őrizzük meg ennek a jeles honfitársunknak nevét, közhasznú kezdeményezését és teremtő géniuszát, amellyel megalkotta a Dunán az első gőzhajót, abban az időben, amikor a technikai tudomány még csak bölcsőjében volt."[3]

[2] A helyi hajózás további történetét illetően lásd *dr. Jankó Béla* „A helyi hajózás Pest—Buda között" c. tanulmányát, Közlekedéstudományi Szemle, 1962. évi 5. sz.

[3] *Gonda Béla :* A magyar hajózás, Bp. 1888.

A Műszaki Könyvkiadó hirdetéseket felvesz az alábbi díjszabás szerint:

Egészoldalas hirdetés ára	1440,— Ft
Féloldalas hirdetés ára	720,— Ft
Negyedoldalas hirdetés ára	360,— Ft

Hirdessen a

Közlekedéstudományi Szemlében

A hirdetések az alábbi címre küldendők :

Műszaki Könyvkiadó, Budapest V., Bajcsy-Zsilinszky út 22

és a Magyar Hirdető Vállalat, Budapest V., Felszabadulás tér 1.

Befizetéseket az MNB 44 csekkszámlára kérjük

NEMZETKÖZI SZEMLE

Új készülékek Angliában a járművek okozta zajok mérésére

FELEDY BÉLA

A közúti közlekedés gyors fejlődése, az utóbbi években a gépjárművek teljesítményének állandó növekedése következtében az illetékes hatóságok több országban elhatározták, hogy az *utcai zaj legnagyobb mértékét hatósági előírással szabályozzák.*

A megengedhető legnagyobb zajszintet évek óta igyekeznek egységes alapon elbírálni és ennek betartását *nemzetközi szabvánnyal* kötelezővé tenni.

Az előírás elkészítéséhez azonban feltétlenül szükséges olyan *vizsgálati eljárás* kidolgozása, amely a zajszint mértékét egyértelműen meghatározza.

Ebből a célból a londoni *Dawe műszergyár* két új készüléket hozott piacra, amelyek közül az egyik a gépjárműzajt méri, a másik pedig az utcai közlekedés zajának a mértékét. Mindkét készülék tervezésénél a nemzetközileg ajánlott előírásokat vették figyelembe.

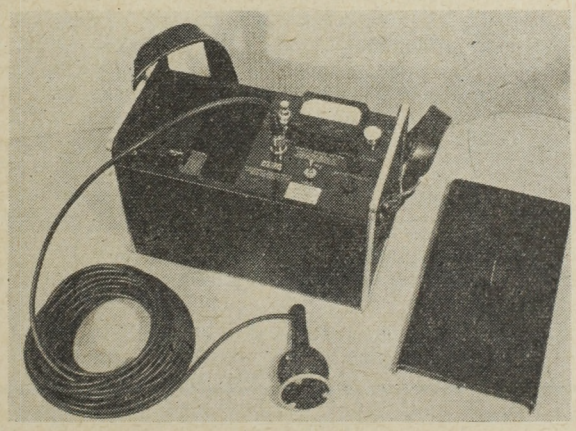
A *gépjárműzajok* mérésére szolgáló készüléket hivatalos vizsgálóállomások részére, valamint a gyártóipar kutatási és fejlesztési céljaira készítették *(1. és 2. ábra).*

E készülék többsávos skáláján a zajszint széles határok között, pontosan leolvasható. A különböző skálák egymást részben átfedik.

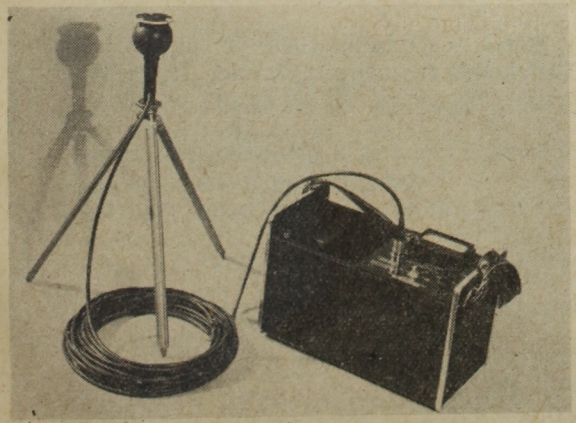
A kézimikrofon, amelyet a készülékekkel 15 méteres kábel köt össze, lehetővé teszi, hogy a mérőkészüléket bizonyos távolságra, védett helyen helyezzék el, nehogy a kezelő személyről, vagy a készülékről visszaverődő hanghullámok esetleg hamis mérést eredményezzenek.



2. ábra. Motorkerékpár zajszintmérése szabad területen



3. ábra. Utcai zaj szűrőpróbaszerű ellenőrzésére szolgáló készülék



1. ábra. Járműzajmérő készülék vizsgálóállomások és kutatások céljaira



4. ábra. Az elhaladó jármű zajának mérése

A készülék hűen követi az emberi fül érzékelését.

A tartós kivitelű készülék tranzisztorokkal működik, ennek következtében a négy 6 Voltos szárazelem 250 órára elegendő. Az elemek feszültsége és az erősítés mértéke ellenőrizhető.

Az *utcai zaj* mérésére szolgáló készülék lényegileg hasonló az előbbihez, kivitele megfelel a szabadban történő gyakorlati használatnak és kezelése nem igényel magasabban képzett személyzetet. Elsősorban az utcai zaj szúrópróbaszerű ellenőrzését szolgálja.

A készüléket egyszerű kezelhetősége jellemzi; csak egy skálája van, amelynek mérési határai a gyakorlatnak megfelelnek. A mérési határ az alsó értéknél gomb lenyomásával megnövelhető.

A készülék erősítő berendezése és mikrofonja hasonló a járműzajmérő készülékéhez (*3.* és *4. ábra*).

A készülékhez erős táska tartozik, amelynek súlya 6,8 kg.

A zajszintmérést kívánatos volna mielőbb *egységes nemzetközi előírásokkal* szabályozni. Az ismertetett angol készülékek alkalmasnak látszanak a kérdés megoldásának előbbrevitelére. Az ilyen irányú nemzetközi együttműködés komoly eredményeket hozhatna az utcai zaj ellenőrzése és leküzdése érdekében.

Megjelent a

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE
10 éves összefoglaló tartalomjegyzéke

Tartalmazza a **Magyar Közlekedés, Mély- és Vízépítés** 1949—50. évi közlekedési cikkanyagát, valamint a **Közlekedéstudományi Szemle** 1951—60. évi számainak teljes cikkanyagát, szakcsoportok szerint rendezve, névmutatóval kiegészítve.

A 32 oldal terjedelmű összefoglaló tartalomjegyzék a lap szokásos formátumában, kartonborítóval jelent meg. Nélkülözhetetlen mindazok számára, akik a magyar közlekedéstudományi irodalomban könnyen és gyorsan tájékozódni kívánnak.

Ára: 6, — Ft.

Megvásárolható: A Posta Központi Hírlap Iroda, Budapest, V., József Attila utca 3. alatti 1. sz. Újságboltjában.

Postán megrendelhető: A Posta Központi Hírlap Iroda csatolt 61.285. számú csekkbefizetési lapjára történő befizetéssel.

A csekkbefizetési lap hátoldalán a pontos cím és a kívánt darabszám feltüntetését kérjük.

Egyesületi hírek

A budapesti szervezet által 1962. május—június hónapokban rendezett előadások, konferenciák és tanulmányi kirándulások

Május 4. A bányaművelés és a vasúti pálya kölcsönhatásai (Pályafennt. Szakoszt.).

Előadó: *Almássy Gusztáv*, KPM. I/6.

Május 7. Forgalommegosztás a közlekedési ágazatok között. A Magyar Tudományos Akadémián tartott előadás vitája.

Előadó: *E. D. Hanukov*, a moszkvai Vasútmérnöki Főiskola tanára.

Vitavezető: *Dr. Csanádi György*, egyetemi tanár.

Május 7. Időszerű útkorszerűsítési kérdések. (Útkorsz. Szakoszt.)

Előadó: *Klaus Linemann*, az NDK Útügyi Kutató Intézetének munkatársa.

Május 8. A középnyílású utófeszített hidak építésével kapcsolatos NDK-beli tapasztalatok. (Mérnöki Szerk. Szakoszt.)

Előadó: *Ámon Tibor*, KPM. II. Főoszt.

Beszámoló a Halle-i III. Nemzetközi Hegesztéstechnikai Konferenciáról.

Előadó: *Gállik István*, Útügyi Kutató Intézet.

Az előregyártott elő-, illetve utófeszített vasbeton hidak tervezési és kivitelezési tapasztalatai a Szovjetunióban.

Előadó: *Medved Gábor*, KPM. II. Főoszt.

Május 11. A Bull Gamma E. T. elektronikus számológép programozási kérdései. (Automat. és Kibernetikai A. B.)

Előadó: *Meskó Andor*, MÁV Adatfeldolgozó Főnökség.

Május 14—15. Tanulmányút a Déldunántúli útépítési és útfenntartási munkák megtekintésére. (Útkorsz. Szakoszt.)

Vezető: *Gáspár László*, Útügyi Kutató Intézet.

Május 17—18. *Gépkocsiközlekedési Tudományos Ülésszak*, az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet tudományos eredményeiről (az ATUKI-val közös rendezésben). Konferencia és kiállítás.

Elnöki megnyitó.

Előadó: *Földvári László*, KPM miniszterhelyettes.

Gazdaságtudományi kutatások a korszerű fuvarvállalási formák kialakítása érdekében.

Előadó: *Dr. Papp Endre*, tud. oszt. vez.

Korszerű szállításszervezési módszerek.

Előadó: *Grosz György*, tud. munkatárs.

A távlati területi tervezés és a gépjárműközlekedés fejlesztésének összefüggései.

Előadó: *Temesi József*, tud. munkatárs.

Fejezetek a távlati tervezésből.

Előadó: *Dr. Apáti Rezső*, tud. munkatárs.

Útburkolatok érdességének vizsgálata.

Moharos Kálmán, tud. oszt. vez.

Az útállapot hatása a gépjárművekre.

Előadó: *Dr. Lévai Zoltán*, egyetemi docens.

Fékvizsgálatok.

Előadó: *Sidó Ferenc*, tud. főmunkatárs.

Gépjárműzajok.

Előadó: *Kólya Tibor*, tud. munkatárs.

Matematikai és kibernetikai módszerek.

Előadó: *Dr. Szántó Emil*, tud. főmunkatárs.

A vasúti-közúti forgalomátterelés problémái.

Előadó: *Dr. Haris Béla*, tud. munkatárs.

A koordinációs vizsgálatok közúti forgalomra vonatkozó módszerei.

Előadó: *Dr. Lakatos Lajos*, tud. munkatárs.

A gépjárművek üzemeltetésének műszaki kérdései.

Előadó: *Berecz Tibor*, tud. oszt. vez.

Karburátorok beállítása.

Előadó: *Flamisch Ottó*, tud. munkatárs.

Korrózió elleni védelem.

Előadó: *Vargha Zoltán*, tud. munkatárs.

A gépkocsiszemlék ciklusidejének meghatározása.

Előadó: *Gál Tibor*, tud. munkatárs.

A motorolajgazdálkodás kérdései.

Előadó: *Gulyás László*, tud. munkatárs.

A munkagazdaságtan kérdései.

Előadó: *Kovács László*, tud. munkatárs.

A rakodásgépesítés a tehergépjárműközlekedésben.

Előadó: *Radóczy Tamás*, tud. munkatárs.

Nemzetközi tehergépjárműfuvarozásunk fejlesztésének népgazdasági jelentősége.

Előadó: *Dr. Hunkár Dénes*, tud. munkatárs.

Az autójavító ipar időszerű kérdései.

Előadó: *Kolimár György*, tud. oszt. vez.

Kocsiszekrények javítása.

Előadó: *Nádasi Endre*, tud. munkatárs.

Autóalkatrészek felújítása hegesztéssel.

Előadó: *Wolf Mihály*, tud. munkatárs.

Az ATUKI munkájának kiértékelése és további célkitűzései.

Előadó: *Kuzsel Dezső*, KPM. VI. Főoszt. vezetője.

A szekció-üléseket vezették:

Lendér Jenő, AVIG vezérigazgató,

Dr. Turányi István, egyetemi tanár,

Wessely Vilmos, KPM. Főoszt. vezető,

Mészáros Károly, KPM. Főoszt. vezető,

Dr. Kádas Kálmán, egyetemi tanár,

Szentaskó Antal, az Autófenntartó Ipari Tröszt igazgatója.

Május 22. A modern technika felhasználása a vasúti rakodásnál. (Vasútüzemi Szakoszt.)

Előadó: *Gyócsi Jenő*, KPM. I/8.

Május 24. Mongóliai útibeszámoló. (Talajmechanikai Szakoszt.)

Előadó: *Egri György*, FTI.

Május 30. Ötéves távlati kocsielosztási terv a Fővárosi Villamosvasútnál. (Városi Közl. Szakoszt.)

Előadó: *Herczeg Vendel*, FVV.

Május 31. A készülő új KRESZ néhány kérdéséről. (Városi Közl. Szakoszt. közúti és városi forgalmi szakcsoport.)

Előadó: *Dr. Vörös Balogh István*, rendőralezredes, főkapitányhelyettes.

Június 1. A vasbetonaljak méretezésével kapcsolatos problémák. (Pályafennt. Szakoszt.)

Előadó: *Kutasy Lajos*, Vasúti Tudományos Kutató Intézet.

Június 12. Diesel-motorkocsik gazdaságos felhasználásának lehetőségei a vasúti személyszállításban. (Vasútüzemi Szakoszt.)

Előadó: *Jávor György*, Vasúti Tudományos Kutató Intézet.

Június 13. Az autóközlekedés önköltségének hatékony csökkentése. (Gépjárműközl. Szakoszt.)

Előadó: *Prohászka László*, MÁVAUT.

Június 14. Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Közlekedési Üzemmérnöki Karán f. évben diplo-

mázó mérnökök találkozója. (Gépjárműközl. és Vasútüzemi Szakoszt., ÉKME, KPM))

Előadók: *Kuzsel Dezső*, KPM. VI. Főoszt. vezető, *Lindner József*, MÁV vezérigazgatóhelyettes.

Június 14—16. *Országos Anyagmozgatási Konferencia*, a GTE rendezésben, a Közlekedéstudományi Egyesület közreműködésével:

Kutatási és fejlesztési kérdések, ömlesztett áruk és darabáruk anyagmozgatása.

Június 15. Élménybeszámoló a Párizsi Nemzetközi Talajmechanikai és Alapozási Kongresszusról. (Alagútép. Szakoszt.)

Előadó: *Dr. Rózsa László*, UVATERV.

Június 19. Mérnöki szerkezetek kialakítása, különös tekintettel azok esztétikájára. (Mérnöki Szerk. Szakoszt. ankétja.)

A vitaindító előadást tartotta: *Lipták László*, Hídépítő V.

Vitavezető: *Dr. Palotás László*, egyetemi tanár.

Június 22. Tanulmányi kirándulás a szolnoki, helyszínen készített utófeszített szerkezetű vasbeton ártéri Tisza-híd gyártási, feszítési és beemelési technológiájának bemutatására. (Építési Tagozat.)

Előadók: *Träger Herbert*, KPM. II. Főoszt., *Bándi Iván*, Hídépítő V.

Június 18—23. *III. Országos Automatizálási Konferencia*, a Méréstechnikai és Automatizálási Tudományos Egyesület rendezésében, a Közlekedéstudományi Egyesület közreműködésével.

Június 26. A közlekedésgazdaságtan alapvető kérdései a vasútüzem területén. (Vasútüzemi Szakoszt.)

Előadó: *Dr. Kádas Kálmán*, egyetemi tanár.

Június 27. Az új KRESZ egyes kérdéseiről rendezett vita folytatása. (Városi Közl. Szakoszt. közúti és városi forgalmi szakcsoport.)

Előadó: *Dr. Vörös Balogh István*, rendőralezredes, főkapitányhelyettes.

Június 28. A helyben készült (fúrt és különleges) cölöpök alkalmazására vonatkozó műszaki előírástervezet bírálata. (Ankét a Talajmechanikai és az Alagútép. Szakoszt. közös rendezésében.)

Felkért hozzászólók: *Ócsvári Rezső*, BFT Mélyépterv, *Fábián József*, Hídépítő V., *Radó Gábor* Hídépítő V.

Június 29. Mezőgazdasági utak építésének kérdései. (Útkorsz. Szakoszt.)

Előadó: *Formágyi Győző*, KPM. II. Főoszt.

Június 29. Tanulmányút az új debreceni vasúti pályaudvar felvételi épületének megtekintésére. (Építési Tagozat.)

Vezető: *Lugossy István*, UVATERV.

Külföldi kapcsolatok

A f. év első felében, mint egyéni látogatót, két külföldi vendéget fogadtunk: *Prof. E. D. Hanukov*, a moszkvai Vasútmérnöki Főiskola tanára május 7-én vitaülés és konzultáció keretében foglalkozott az egyes közlekedési ágazatok közötti forgalomelosztás kérdéseivel; *Klaus Linemann*, a Német Demokratikus Köztársaság Útügyi Kutató Intézetének osztályvezetője Útkorszerűsítési és Útfenntartási Szakosztályunk tagjaival időszerű útkorszerűsítési kérdésekről konzultált.

A *Csehszlovák Államvasutak* pozsonyi távirdaintézőségének 20 főnyi csoportja április 13-án látogatást tett egyesületünkben, mint a Távközlő és Biztosítóberendezési Szakosztályunk vendége és további tapasztalatcsere lehetőségekről tárgyalt.

A *Gépjárműközlekedési Tudományos Ülésszakon* 9 külföldi szakember vett részt, a Német Demokratikus Köztársaságból és a Lengyel Népköztársaságból.

Június 1—5. között az *Osztrák Közlekedéstudományi Egyesület* linzi területi szervezetének 65 főnyi tanulmányi csoportja látogatta meg egyesületünket. Támogatásunkkal és kalauzolásunkkal több hazai létesítményt és építkezést tekintettek meg, így — többek között — az Erzsébet-híd és a Dunai Cementmű építkezési munkáit, valamint a székesfehérvári vasúti pályaudvart.

Egyesületünk részéről külföldi meghívásra *Jakab Sándor* január 30-án az Osztrák Mérnök Egyesületben előadást tartott és meglátogatta az ausztriai autópályákat. — *Simon Miklós*, az Útügyi Kutató Intézet laboratóriumának munkatársa a lipcsei Építőipari Egyetemen március 1-én előadást tartott a bitumen-útépítések problémáiról, a mechanikai vizsgálati módszerekre való figyelemmel. — *Dr. Mészáros Pál*, a Vasúti Tudományos Kutató Intézet tudományos főmunkatársa a csehszlovák tudományos egyesület meghívására április 17—19. között vasúti szállítási és vasútüzemi konferencián vett részt. Vasúti és gépjármű szállítási kérdésekkel foglalkozó konferencián vett részt Szófiában, április 24—25-én *Feledy Béla*, az ATUKI főmérnöke. — A Prágában rendezett nemzetközi filmbemutatón, május 14—18. között egyesületünk részéről *Szöllösi Ernő*, a Közlekedési Dokumentációs Vállalat igazgatója vett részt. — A május 17—19. között tartott Varsói Acélszerkezeti Konferenciára a lengyel tudományos egyesület meghívására *dr. Korányi Imre* ny. egyetemi tanár utazott ki. — A Rómában és Nápolyban május 27.—június 2. között rendezett Nemzetközi Vasbeton Előfeszített Elemek Kongresszusán *Szalay János*, az UVATERV osztályvezetője vett részt.

Csoportos társasutazás keretében 9 személy utazott ki egyesületünk részéről a *tavaszi Lipcsei Vásárra*.

Váradi József

СОДЕРЖАНИЕ

Стр

В. С. Гаврилов: Развитие оборудований централизации и связи на железных дорогах Советского Союза ... 297
Геза Янди: Программирование квадратических перевозочных проблем ... 302
Бела Каян: Осуществление обгона на двухполосных шоссейных дорогах ... 313
Д-р Пал Грегуш: О подвижном составе с воздушной подушкой ... 319
Библиография ... 327, 330
Мани Сабо Иштван: Аварии на дорожном транспорте в 1961 году ... 328
Лайош Тотх: „Каролина" Антала Бернхарда, первый дунайский пароход ... 331

Международное обозрение:

Бела Феледи: Новые приборы в Англии для измерения шума автомобилей ... 333
Деятельность общества ... 335

INHALT

Seite

V. Sz. Gavrilov: Die Entwicklung der Fernmelde- und Sicherungsanlagen bei der Sowjetischen Eisenbahnen 297
Géza Jándy: Die Programmierung von quadratischen Transportproblemen ... 302
Béla Kaján: Überholung auf zweispurigen Strassen ... 313
Dr. Pál Greguss jun.: Über die Bodeneffektsfahrzeuge ... 319
Bücherschau ... 327,330
István Mányi Szabó: Die Lage der Verkehrsunfälle im Jahre 1961 ... 328
Lajos Tóth: „Carolina" von *Antal Bernhard*, der erste Donaudampfer ... 331

Auslandschau:

Béla Feledy: Neue Vorrichtungen in England für die Geräuschmessung von Fahrzeugen ... 333
Vereinsnachrichten ... 335

TABLE DES MATIERES

Page

V. Sz. Gavrilov: Le développement des installation de télécommunications et de sécurité sur les chemins de fer Soviétique ... 297
Géza Jándy: La programmation des problèmes de transport quadratiques ... 302
Béla Kaján: Le dépassement sur des routes à deux traces ... 313
Dr. Pál Greguss junior: Sur des véhicules à effet de sol ... 319
Revue des livres ... 327,330
István Mányi Szabó: La situation des accidents de trafic routier en 1961 ... 328
Lajos Tóth: „La Carolina" de M. *Antal Bernhard*, le premier bateau à vapeur sur le Danube ... 331

Revue internationale:

Béla Feledy: Des appareils nouveaux à l'Angleterre pour la mesure des bruits causés par des véhicules ... 333
Nouvelles d'association ... 335

CONTENTS

Page

V. Sz. Gavrilov: Development of telecommunications and safety installations on the Soviet Railways ... 297
Géza Jándy: Programming of quadratic transport problems ... 302
Béla Kaján: Passing on double path roads ... 313
Dr. Pál Greguss Jr.: On ground effect vehicles ... 319
Book review ... 327,330
István Mányi Szabó: The situation of traffic accidents in 1961 ... 328
Lajos Tóth: The „Carolina" of M. *Bernhard Antal* the first steamer on the Danube ... 331

Foreign review:

Béla Feledy: New devices in England for noise-measuring of vehicles ... 333
Association news ... 335

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

Főszerkesztő: Harmati Sándor — Szerkesztő: dr. Czére Béla
Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450 — Felelős kiadó: Solt Sándor
Megjelent 1150 példányban

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: negyed évre 18 Ft, fél évre 36 Ft. Egyes szám ára: 6 Ft. — Csekkszámlaszám: egyéni 61,229, közületi 61,066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára
A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultura P.O.B. 169. Budapest 62."

62-10896-689/2 — Révai-nyomda, Budapest, V., Vadász utca 16.

Példányonkénti eladási ára: 6,— Ft

Felhívjuk figyelmét a Műszaki Könyvkiadó szakkönyveire:

Kerkápoly Endre: **Vasutak pályakeresztezései**	kötve	25,— Ft
Fülöp Miklós: **Idomacélok tolótáblázata**		15,— Ft
Zühlsdorf: **A vezérléstechnika alapjai**	kötve	27,— Ft
Mikusinski: **Operátorszámítás**	kötve	84,— Ft
Kádár Ferenc: **Hajósmesterség**	kötve	75,— Ft
Fogarasi Mihály: **Mélyépítő művezetők és technikusok zsebkönyve, 2. bővített kiadás**	kötve	85,— Ft
Vásárhelyi Boldizsár: **Hézagmentes vasúti pályák**	kötve	48,— Ft
Csuhay Dénes: **Ipar- és bányavasúti mozdonyvezetők könyve**	kötve	34,— Ft
Nemesdy Ervin: **Vasúti ívkitűző zsebkönyv, 2. javított és bővített kiadás**	kötve	41,— Ft
Nyárády—Szilágyi—Várhelyi: **A világ műszaki múzeumai**	kötve	28,50 Ft
Ferenczy Jenő: **A finommechanikai konstrukció**	kötve	68,— Ft
Czére—Vásárhelyi: **A közlekedés magyar nyelvű szakirodalma 1956—1958.**	kötve	20,70 Ft
Ternai Zoltán: **Gépkocsik önműködő tengelykapcsolói és sebességváltók**	kötve	39,— Ft
Beckenbach: **Modern matematika mérnököknek**	kötve	87,— Ft
Ternai Zoltán: **Korszerű gépkocsiszerkezetek 4. átdolgozott kiadás**	kötve	52,— Ft

Fenti könyvek beszerezhetők, illetve megrendelhetők az
ÁLLAMI KÖNYVTERJESZTŐ VÁLLALAT KÖNYVESBOLTJAIBAN

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