

# MŰSZAKI TUDOMÁNY

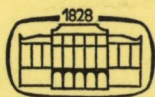
---

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI: MAJOR MÁTÉ

42. KÖTET

1—2. SZÁM



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1969

MŰSZ. TUD.

# MŰSZAKI TUDOMÁNY

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

BARTA ISTVÁN, BÖLCSKEI ELEMÉR, GESZTI O. PÁL,  
LÉVAI ANDRÁS

41. KÖTET 3—4. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST V., MÜNNICH FERENC UTCA 7.  
KIADÓHIVATAL: BUDAPEST V., ALKOTMÁNY UTCA 21.

A *Műszaki Tudomány* változó terjedelmű füzetekben jelenik meg. Négy füzet alkot egy kötetet.

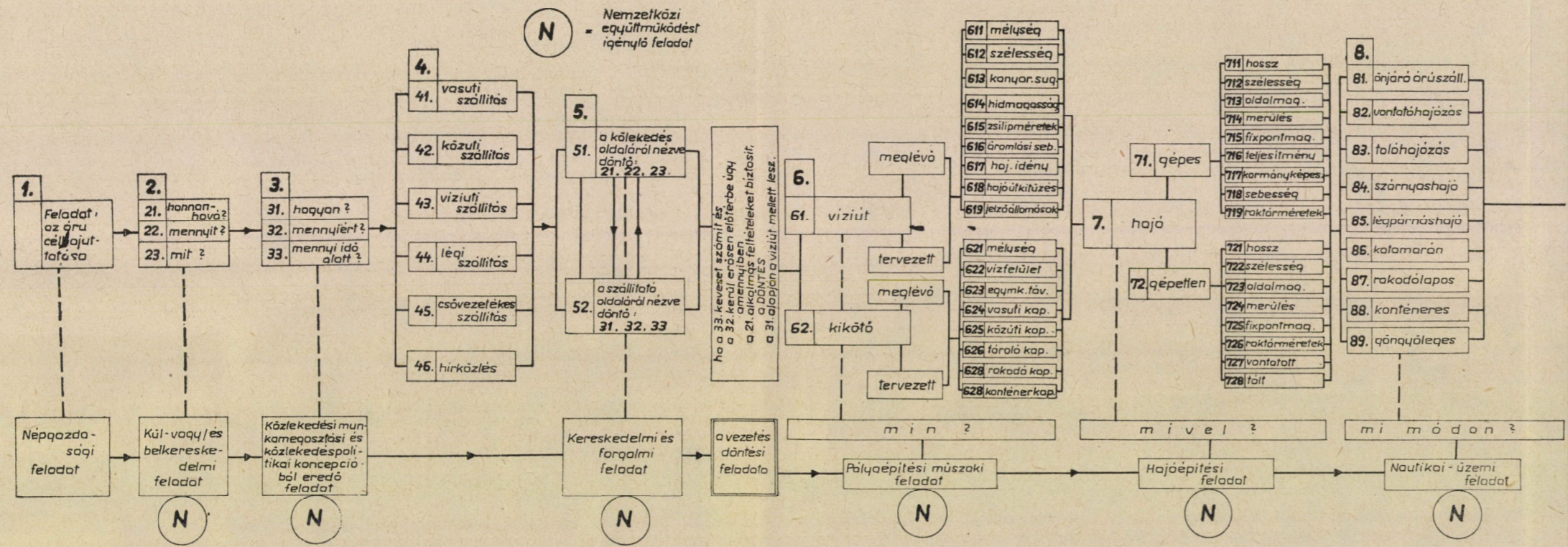
A kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia  
Műszaki Tudomány  
Budapest V., Münnich Ferenc utca 7.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

Megjelent munkájáért minden szerzőt száz különnyomat illet meg. A közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttatja a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért vagy továbbításáért nem vállal.

A *Műszaki Tudomány* előfizetési ára kötetenként belföldi címre 40 forint, külföldi címre 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest V., Alkotmány utca 21. Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 05-915-111-46), külföldi megrendelések a „Kultúra” Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest I., Fő utca 32., Magyar Nemzeti Bank egyszámlaszám: 43-790-057-181) útján eszközölhetők.



1. ábra

<b>91.</b> Közgazdasági kérdések	911 makroökonómiai vizsgálatok 912 mikroökonómiai vizsgálatok 913 a regionális telepítés kérdései 914 országos áruáramlási helyzetkép 915 nemzetközi áruáramlási helyzetkép 916 világszínvonal-vizsgálat 917 paritás-vizsgálat 918 önköltségelemzés egységes metodikája 919 üzemi eredményelemzés
<b>92.</b> Hajózási jogszabályalkotás kérdései	921 egységes hajózási rendszabályok 922 egységes jelzések, kiűzések és jelzőállomások 923 egységes folyamrendészti szabályok alkalmazása 924 egységes egészségügyi (szanitáris) alkalmazása 925 egységes állategészségügyi (veterináris) alkalmazása 926 egységes növényegészségügyi (fitosanitáris) alkalmazása 927 egységes vámjogi szabályok alkalmazása 928 egységes hajó- és fuvarokmányok decimálrendszerű rovatokkal 929 hajózási illetékek egységesítése vagy teljes megszüntetése
<b>93.</b> Hajópark kérdései	931 osztályba sorolás egységesítése 932 regiszteri előírások azonosítása, egységesítése 933 modellkísérletek koordinálása 934 optimális típusválasztás, méretek növelésének hatékonyság-vizsgálata 935 főgépek tipizálása (főgépcseré) 936 segédgépek tipizálása (segédcsere) 937 navigációs berendezések tipizálása (berendezés vagy) és alkatrészcsere 938 szabványosítások 939 hajójavítóbazisok regionális telepítése
<b>94.</b> Információs-zolgáltatás kérdései	941 vízjelzés és vízálláselőrejelzés 942 időjárás- és időjáráselőrejelzés 943 jégjárás előrejelzés 944 rádióhálózat telepítése 945 távgépíróhálózat kiépítése 946 ipari televíziólánc kiépítése 947 telepített radarlánc kiépítése 948 közös használatú kódok kidolgozása 949 nemzetközi nyelv alkalmazása a fónikus hírközlésnél
<b>95.</b> Forgalmiszervezés kérdései	951 piackutatási és akvizíciós tevékenység 952 diszpécser szolgálat vontatási (tolási együttműködés) 953 hajózási térképek, hajóút kiűzés egységesítése 954 rádiólokációs hajózás alkalmazása 955 személyzet nélküli bárkák kiszolgálása 956 közös, vagy összevont határkezelőállomások létrehozása 957 vámzár alatt közlekedő hajók formalitásainak egységesítése 958 hajóbalesetek kivizsgálásának egységesítése 959 gazdaságos utazósebességek, hajóösszeállítások módszerek megállapítása
<b>96.</b> Statisztikai kérdések	961 statisztikai adatgyűtések egységes metodológiájának kidolgozása 962 gépi adatfeldolgozásra épített, cserebetétlapos statisztikai évkönyvek stb. kiadása 963 külkereskedelmi és belkereskedelmi áruáramlások feldolgozása 964 azonos árunomenklaturák kidolgozása
<b>97.</b> Oktatási és tudományos kutatási kérdések	971 azonos képzési metodológia kidolgozása 972 azonos értelmű és azonos értékű képesítőokmányok kibocsátása 973 azonos beosztásokhoz azonos képesítés 974 nyelvoktatás, viselkedéstan 975 tudományos társadalmi munka koordinálása 976 tudományos és szakmai tapasztalatcserék 977 hajózástörténelmi és levéltári kutatások 978 hajózási muzeológiai munka 979 nemzetközi hajózási monográfiák kidolgozása

A közlekedési (szállítási) szolgáltatás realizálódása, mint a feladat megoldása

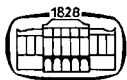


# MŰSZAKI TUDOMÁNY

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI: MAJOR MÁTÉ

42. KÖTET



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1969



# A KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉS ÚJ IRÁNYAINAK TUDOMÁNYOS ALAPJAI

CSANÁDI GYÖRGY

AZ MTA LEVELEZŐ TAGJA

Jelen tanulmány az alaptudományok és a közlekedéstudomány kapcsolatainak és kölcsönhatásainak fő motívumaiból kiindulva, a társadalomtudományok szerepét, valamint a természettudományokkal és a közlekedéstudománnyal való összefüggéseit átfogóan vizsgálja. A tudomány és a társadalmi haladás kölcsönhatásainak irányai, a közlekedéstudomány fejlesztésének szükségessége, e tudományterület művelőinek felelőssége.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Közlekedéstudományi Bizottságának a hazai közlekedéstudomány továbbfejlesztése, elmélyítése és komplex szemléletének kiszélesítése érdekében az a törekvése, hogy az *alap és alkalmazott tudományok terén elért eredményeknek* és folyamatosan fejlődő tudományos kutatási irányoknak a *közlekedéstudomány területére való beáramlását*, s ugyanakkor a *közlekedéstudomány és a gyakorlati közlekedés kölcsönhatásait* minél mélyrehatóbban, alkotó módon elemezze.

Meggyőződésünk, hogy az ilyen nagy célokat szolgáló törekvés eredményeként kidolgozott munkák — ha a teljesség igényét nem is érhetik el — nagyon hasznosan feltárhatják azt, hogy az alaptudományok fejlődése milyen irányokba fejleszti az alkalmazott — köztük a közlekedés — tudományokat, lépést tartunk-e ezek fejlődésével, hol maradtunk le vagy hol kell serkentennünk a tudományos kutatásokat.

A *tudományos-technikai forradalom* korszakában élünk, a tudomány ma sokkal közvetlenebbül játszik szerepet a társadalom fejlődésében, mint bármikor a történelem folyamán. A tudomány régebben az ipar nyomában járt, ma már azonban lépést tart vele, sőt vezeti azt. Befolyása a társadalom fejlődésére kettős: egyrészt a termelés módszereinek megváltoztatásával a termelésre hat, másrészt a termelési viszonyokra való hatásával a gazdasági-politikai fejlődést befolyásolja.

A *természettudományoknak és a társadalomtudományoknak* a legutóbbi időkben tapasztalható gyors ütemű haladása mind jobban elmélyíti a tudomány társadalmi fejlődésére való hatását, nemcsak a tudományos felfedezések alkalmazásával együttjáró gazdasági változások révén, hanem az új tudományos elméleteknek az általános gondolkodásmódra kifejtett hatásával.

Napjainkban olyan világtudomány megszületésének vagyunk tanúi, mely átalakítja a termelést, új eljárásokat teremt és az emberi, a társadalmi

élet minden vonatkozását áthatja. E világtudomány és további fejlődési tendenciái növelik meg a komplex alkalmazott tudományok — köztük a közlekedéstudomány — szerepét és terebélyesítik ki olyan tudományokká, amelyek a természettudományok területükre vonatkozó eredményeit szoros egységbe ötvözik. A tudományt — a társadalmilag kialakult egysége következtében — ma már úgy tekinthetjük, mint egyetlen nagy erőfeszítést arra, hogy az ember megismerhesse környezetét és úrrá lehessen felette.

Erre a szocialista országokban — köztünk hazánkban is — minden feltétel és lehetőség megvan. A szocialista társadalmi rend képes ugyanis csak arra, hogy az osztálykorlátokat áttörve, a tudomány és gyakorlat embereit egyenrangúvá téve, egy akarattal a közös cél, a szocialista társadalom teljes felépítése felé vezesse.

A tudomány ilyen átfogó szemléletű felfogása világosan utal arra, hogy a *társadalomtudományok s a természettudományok kölcsönhatásainak elemzése* adhat biztos kiinduló alapokat a társadalmi fejlődést szolgáló alkalmazott tudományoknak.

Nem kétséges az, hogy a *társadalomtudományokkal* szembeni igények állandó növekedése és az alapjaiban fiatal társadalomtudományok eredményessége sokszor a természettudományok és a műszaki tudományok művelői részéről türelmetlenséget vált ki. Nem szabad ilyenkor elfelejteni azt, hogy az ember mindig sokkal nehezebben szerezte meg és szerzi meg ismereteit arról a társadalomról, amelyben él, mint az őt környező anyagi világról.

Az is történelmi tény, hogy a társadalomtudományi kutatások kialakulását és fejlődését a kizsákmányoló rendszerek — saját hatalmuk védelme érdekében — korlátozták és saját céljaik szolgálatába állították. Csak a szocialista társadalomtudományokban alakulhattak ki azok az új társadalomkutatási ágak, amelyek a történelmi és gazdasági tényezők marxista értékelése alapján becsületesen és értelmesen alkalmazzák a társadalomtudományi kutatási módszereket, köztük a statisztikának és a faktoranalízisnek új technikáit.

A szocialista társadalomtudományok tudatformáló ereje kihat az emberi tevékenység minden területére, így annak jóformán mindennapi elemére, a közlekedésre. Ez a tudomány segít abban, hogy az objektív törvényszerűségek feltárásával és felhasználásával, megalapozott előrelátással erősítse azokat a tendenciákat, amelyek segítségével szocialista társadalmunk mind magasabb szintre emelhető.

A közelmúltban bevezetett *gazdasági mechanizmus reformja* tovább növeli a társadalomtudomány fontosságát, mert ennek gyakorlati megvalósítása, érvényesítése a társadalmi és az ideológiai kérdések egész sorát veti fel a tudományok kutatások felé.

A társadalomtudományi kutatás a tervezésemélet kialakításával, módszertanának fejlesztésével teremti meg a tervezés alapjait. Sokrétű társadalmi, gazdasági, statisztikai elemzéssel tárhatja fel a társadalmi fejlődés, a nép-



gazdaság eddigi fejlődési tendenciáinak törvényszerűségeit és makro-, valamint mikroanalízisekkel határozhatja meg a jövő várható tendenciáinak irányát és arányait. Mindaz, amit e téren a társadalomtudomány elér, nélkülözhetetlen feltétele a közlekedés tervezésének alapját szolgáló közlekedési szükségletek előrevetítésének. Nem kétséges, hogy a társadalomtudományok számos e tekintetben elért eredményét már eddig is hasznosítottuk, de a népgazdaság egészét átfogó társadalmi-gazdasági elemzések, következtetések még sok tekintetben nem állanak rendelkezésünkre.

A párt gazdaságpolitikájának a közlekedés területén való érvényesítése a társadalomtudományi kutatások minél szélesebbkörű alapkutatási igényeivel lép fel.

A gazdasági reform hatásainak társadalomtudományi elemzése, a népgazdaság fejlődési tendenciáinak kölcsönhatásait is feltáró komplex vázolása terén még sokat várunk a társadalomtudományoktól. A magunk részéről alulról felfelé építetten sokrétű tudományos vizsgálódásokat végzünk e témakörökben, eredményeink azonban csak akkor lehetnek teljesek, ha azokat a társadalom kutatások alapkutatási eredményeivel összehangba hozzuk.

A marxista társadalomtudomány különösen az utóbbi évtizedben mind nagyobb figyelmet fordít a konkrét társadalmi vizsgálatokra. A legutóbbi időben sok területen megindult szociológiai felmérések, felvételezések várhatóan kialakítják a társadalomfejlődés igényeit tükröző *szociológiának* széles alapjait.

Az e téren végzett felmérések, amelyek során reprezentatív mintavétel útján végzett vizsgálatokkal igyekeznek képet kapni egy-egy terület általános helyzetéről, rendkívül hasznosak és tanulságosak a közlekedéstudomány részére. Mindinkább arra a meggyőződésre jutunk, hogy a közlekedés fejlesztésénél — különösen a személyszállítás társadalmi igényeknek megfelelő színvonalának növelésénél — elengedhetetlen a személyszállítási igények területi felmérése, a terület társadalmi-gazdasági helyzetének, a közlekedéssel kapcsolatos összefüggéseinek megismerése.

A társadalomtudományi kutatásokban mind nagyobb feladat vár a pszichológiai kutatásokra. A *pszichológia* az élet jóformán minden területén igen nagy segítséget képes nyújtani a munkában, a gazdasági életben, a közlekedésben. Hangsúlyozottan *szocialista tartalmú* pszichológiára gondolunk, amely a tőkés kizsákmányolást elősegítő pszichológiával ellentétben a dolgozó ember pszichéjét szolgálja. Megítélésünk szerint a pszichológiának az emberi ismeretek egyre egzaktabb területévé kell válnia. Sokat várunk egy valóban hatékony szociálpszichológiai elmélettől és gyakorlattól is.

Vannak korok, amikor a tudomány és a technika olyan alapvető eredményeket produkál, amelyek döntő változást idéznek elő a közlekedés tudatos fejlesztésében, máskor egyes felfedezések, tudományos eredmények csak lassabban hatolnak be a közlekedésbe.

Korunk új közlekedési forradalma, az új közlekedési rendszer kialakulása a tudomány és technika általános fejlődésének, ezen belül a közlekedéstechnika fejlődése folytán következett be.

A közlekedéstudományok tudományágaiban a *közlekedéstechnikában*, a *közlekedési üzemanban*, a *közlekedésgazdaságtanban* felhasználásra kerülő alap- és alkalmazott tudományokról átfogóan és ágazati bontásban is a következő tanulmányok foglalkoznak. Ezek e sokrétű problémákat magas színvonalon elemzik és termékeny vita forrását képezik.

E helyen utalnunk kell arra, hogy a gyakorlati közlekedés problémáinak megsokasodása, bonyolultsági fokuk növekedése — a dialektikus kölcsönhatások révén — korunkban a *közlekedéstudományok világszerte tapasztalható erőteljes fejlődéséhez* vezetett.

Egyértelmű tény ma már az, hogy a közlekedés gyakorlata egyre nagyobb arányban igényli a tudomány segítségét, elsősorban a gyakorlati célok érdekében integrált közlekedéstudományoktól. Az alaptudományokra támaszkodó alkalmazott tudományok mind szélesebb területen közvetítik az új felismeréseket, törvényszerűségeket a gyakorlat felé. Ezzel olyan szintézisét teremtik meg a gyakorlati célok és az alaptudományi törvények között, amelyek nemcsak az alaptudományokra hatnak vissza, hanem biztos utat mutatnak a fejlődés előrelátása tekintetében.

A tudomány és a technika szemünk előtt lejátszódó fejlődése egyre meredekebben emelkedő görbét mutat, ami ma még beláthatatlan lehetőségeket tartalmaz — a közlekedés területén is — az emberiség számára. Több mint lehetséges az, hogy egyes ma még kísérletezés alatt álló közlekedéstechnikai megoldások a jövő gyakorlatában tömeges alkalmazásra kerülnek, másfelől új olyan megoldások is születnek, amelyek mai elképzelésüket a közlekedés távolabbi jövőjéről lényegesen megváltoztatják.

*A közlekedéstudomány művelőinek, a közlekedés vezető szerveinek éppen ezért éberem figyelnie, értékelnie kell a változásokat s ezek szerint bölcs előrelátással kell célkitűzéseit, feladatait módosítani, hogy mindaz, amit alkot, a jelen és a jövő társadalmi fejlődésével összhangban álló közlekedés kialakulását biztosítsa.*

A ma tudományára és technikájára felépített műszaki-gazdasági fejlesztési koncepciók, tanulmányok, tervek időtávlátat a fejlesztési tudományok, a technika szédületes ütemű előrehaladása viszonylag rövid időre korlátozza. Mindaz, amit a világon ma e területeken elértek, vagy a kísérleti laboratóriumokban előkészítettek, önmagukban a nagyobb távlatokra vonatkozó fejlesztési tervek elkészítésére kevésbé alkalmasak. Joggal állíthatjuk azt, hogy mindinkább arra az útra kell térnünk, hogy az alap kutatások fejlődési tendenciáiból kiindulva, ezekből deriváltan határozzuk meg az alkalmazott kutatásokat és ezek felhasználási területeit. Az ilyen, az alap kutatási irányokra épülő fejlesztési stratégia biztosíthatja csak azt, hogy a főirányok távlati megalapozásával, a kölcsönhatások számbavételével az alkalmazott tudományok

jövő feladatai, az adaptálás követelményei a tudományok, a technika fejlődését nagyobb távlatokban is kövessék.

Az alaptudományok fejlődési tendenciáira épített tudományos prognózisok, természetükből folyóan, egyre mindinkább kiterjesztik a távlatok időhatárait, viszont az alkalmazott tudományokkal való kölcsönhatások folyamatának tudatos szabályozása, a technikai kivitelezés állandó gyorsulása ugyanakkor a műszaki-gazdasági fejlesztési gyakorlati feladatok kijelölésének időhatárait csökkenti.

Úgy véljük, hogy ha ezt a törvényszerűen bekövetkező folyamatot világosan felismerjük és a továbbiakban eszerint munkálkodunk, minden lehetőségünk meglesz arra, hogy jövő fejlődésünk távlatait tudományos biztonsággal vázoljuk fel.

A Magyar Tudományos Akadémia Közlekedéstudományi Bizottságának kezdeményezését éppen azért tartjuk nagyjelentőségűnek mert hivatásának megfelelően tette meg az első lépéseket arra, hogy az alap és alkalmazott tudományok kölcsönhatásait a közlekedéstudomány és a közlekedés fejlesztése szempontjából feltárja és a további munkához útmutatást adjon.

Nem kétséges, hogy a tudomány növekvő szerepe a társadalom fejlődésében objektív törvényekből következik, mégis céltudatos munkával és politikával kell elősegíteni és meggyorsítani azt, hogy a tudomány kedvező hatása a társadalmi haladásra minél hatékonyabban érvényesüljön. Ebben a munkában fontos szerep vár a Tudományos Akadémiára, a közlekedéstudomány művelőire, e tudományra épített közlekedéspolitikára megvalósítóira.

A közlekedéstudomány művelőinek arra kell törekedniük, hogy az Akadémia irányításával művelt alaptudományok eredményeire támaszkodva, tovább fejlesszék a közlekedéstudománynak társadalomtudományi, természettudományi területekkel összefonódását és termékenyen hassanak oda, hogy az alaptudományoktól várt eredményeket megkapják és ezeket hatékonyan fel is használják.

Nem lehet kétséges az, hogy a tudomány társadalmi szerepének növekedésével a közlekedéstudomány csak akkor tarthat lépést, ha tudományos bázisait az Akadémián, a közlekedés valamennyi területén továbbfejleszti, megerősíti. A tudomány ma és a jövőben olyan fontos tényezője egész életünknek, fejlődésünknek, hogyha annak kellő mértékű fejlesztését elhanyagoljuk, az új tudományos nemzedék kialakításában lemaradunk, s ezzel nemcsak a közlekedés fejlődését, hanem egész társadalmi életünk előrehaladását akadályozhatjuk. Mindaz, amit ma e téren elhanyagolunk, a holnap, a jövő munkáját nehezíti meg. A hazai közlekedéstudomány művelői tapasztalják a legjobban azt, hogy minél mélyebben hatolnak be a tudomány nagyszerű rejtelmeibe, annál szélesebb horizonton érzik felelősségüket tudományterületükért, annak gyakorlati eredményeinek megvalósításáért.

Korunkban olyan szédületes iramú a tudomány fejlődése, hogy annak megismerése, adaptálása és továbbfejlesztése sokkal nagyobb felelősséget jelent a közlekedés irányítói számára, minthogy ezeket a feladatokat csak kevesekre bízhatnák.

Meggyőződésünk, hogy ezek a most közzétett tanulmányok olyan mélységben tárják fel az alap- és alkalmazott tanulmányok, valamint a közlekedéstudomány és az egyes közlekedési ágazatok kapcsolatait, kölcsönhatásait, hogy a közlekedés jövő fejlődésének alapját szolgáló kutatási stratégia alapjait vethetik meg. Ennek a kutatási stratégiának kell meghatároznia a megoldandó problémák sorát, ezek egymásra épített folyamatát. E feladat megoldása nagy lépéssel viszi előre hazai közlekedéstudományunkat. Nem kétséges ugyanis ma már az, hogy sokszor nehezebb meglátni a problémát, mint megtalálni annak megoldását. Ez nemcsak azért van így, mert az előbbihez gazdag képzelőerőre van szükség, hanem azért is, mert csak kellő előrelátással biztosítható az, hogy a tudomány általános előrehaladása a társadalom fejlődését következetesen minél gazdagabban szolgálja.

Most, amikor a *közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjait elemző tanulmányokat* közreadjuk, arra kérjük a közlekedés és közlekedéstudomány valamennyi prominens képviselőjét, művelőjét, hogy őszinte meggyőződéssel, felelősségtudattal tanulmányozza, használja fel e munkát, s minden erejével segítse hazai közlekedéstudományunkat abban, hogy az még nagyobb tudományos erővel és felkészültséggel segítse a közlekedés és ezen keresztül népgazdaságunk, társadalmunk fejlődését.

**Analysis of the Scientific Bases of the New Trends in Transport Development.** This introductory study analyzes the role of the social sciences, their relations to the natural sciences and to the science of transport, in a comprehensive manner, starting out from the principal motives of the interrelations between the basic science and transport. It points out the trends of the reciprocal actions of the scientific and social evolutions, the necessities of the development of the science of transport, and the responsibility of the scientist working in this field of science.

**Analyse der wissenschaftlichen Grundlagen der neuen Entwicklungsrichtungen des Verkehrs.** Diese Einführungsstudie untersucht auf eine umfassende Weise die Rolle der Sozialwissenschaften und deren Beziehungen zu der Verkehrswissenschaft, ausgehend von den Beziehungen und Wechselwirkungen der Grundwissenschaften und der Verkehrswissenschaft. Es wird auf die Richtungen der Wechselwirkung der Wissenschaft und der sozialen Entwicklung, auf die Notwendigkeit der Entwicklung der Verkehrswissenschaft und auf die Verantwortlichkeit der Pfleger dieses Wissenschaftsgebiets hingewiesen.

# A KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉS ÚJ IRÁNYAINAK MŰSZAKI ÉS TERMÉSZETTUDOMÁNYOS ALAPJAI

TURÁNYI ISTVÁN

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A technikai és alaptudományok gyors fejlődése mögött ez idő szerint lemarad az elért tudományos eredményeknek a termelés, konkrétan a közlekedés területén való alkalmazása. Ezért a lemaradás behozását szolgáló távlati fejlesztési koncepciók és az ezekre alapozott távlati tervek helyes megalapozásához ismerni kell a fizika, a kémia, a biológia, a matematika stb. tudományok terén már elért és várható ama eredményeket, amelyek a közlekedés szempontjából jelentősek lehetnek. Ki kell azonban térni azokra az igényekre is, amelyeket a közlekedés támaszt a technikai és alaptudományokkal szemben. A közlekedést bonyolult rendszernek tekintve, amelyen belül anyagi, energia- és információáramlás folyik, jelen tanulmány behatóan foglalkozik a technika, az energetika és a kibernetika (információ-elmélet, szabályozás-elmélet, operáció-kutatás, rendszertechnika) fejlődésével és kihasználási lehetőségeivel a közlekedés területén.

## 1. Általános megállapítások

Nem is olyan régen elsősorban a termelés támasztott a tudománnyal szemben konkrét követelményeket, s ezáltal bizonyos fokig irányította is a tudomány fejlődését.

Korunkban azonban, — különösen a fejlett országokban, — a vázolt viszony már a termelés és tudomány kölcsönöshatásának egyik lezárt szakaszára jellemző. A tudomány haladása ugyanis annyira gyors, hogy megelőzi a termelését. Különösen gyors, szinte ugrás-szerű fejlődés következett be a természettudományok és az ezek eredményeit a termelés felé közvetítő műszaki tudományok terén. Új tudományágak bontakoztak ki és a régiek fejlődése is meggyorsult.

A vázolt fejlődési tendenciát a közlekedés területére és témánkra vonatkoztatva, megállapíthatjuk, hogy bár a továbbiak során elsősorban az alap és egyes műszaki tudományok terén elért eredmények közlekedés területére való beáramlásának kérdéseit vesszük szemügyre, kölcsönhatást kell feltételeznünk. Az olyan nagyjelentőségű szükségletkomplexum, mint a közlekedés, igényeket támaszt a technikával, a tudománnyal, s ezen belül az alaptudományokkal szemben is. A közlekedés területén tett felfedezések gyakran idéztek elő ugrás-szerű változásokat az alaptudományok terén is. Ez idő szerint azonban nem ez a jellemző. Ezért fontosabbnak látszik az alaptudományok és az ezek terén elért eredményeket a termelés felé közvetítő technikai tudományok

fejlődési tendenciáit figyelemmel kísérni. Csak is így deríthető ki, hogy hol tartottunk lépést a tudomány fejlődésével, hol van lemaradás és hol kell esetleg serkenteni a tudományos kutatást. E vizsgálódás során azonban nem szabad szem előtt téveszteni, hogy a tudomány mai fejlődési tendenciái és ennek integrációs mozzanatai, az emiatt születő komplex, alkalmazott tudományok — köztük a közlekedéstudomány — olyan szoros egységbe ötvöznek össze számos természettudományt, de egyreinkább társadalmi tudományt is, hogy a közlekedéstudomány és természettudományok közti kapcsolatok elkülönítése csak erőltetetten egy-egy elvonatkoztatott elemzés céljára lehetséges.

A természeti jelenségek, a belőlük összetevődő részfolyamatok és folyamatok, egymással részben vagy egészben egyidőben, párhuzamosan, avagy egymás után zajló fizikai, kémiai és biológiai (ideértve az emberi munkafolyamatokat is) fázisokból tevődnek össze. A közlekedési folyamatok — nem beszélve most azok társadalomtudományi oldaláról, — szintén bonyolult természeti és emberi munkafolyamatok.

Ezért keretükben mind fizikai, mind kémiai, mind biológiai fázisok igen sok variánsban, nagyfokú bonyolultságban, összetettségben szerepelnek. Érthető tehát, hogy a fenti értelemben vett természettudományok bármelyikénél bekövetkező fejlődés kiaknázandó lehetőséget teremt a közlekedés fejlesztésére is.

## 2. A fizika fejlődési irányai

A fizika fejlődési irányairól beszélve — ez alkalommal nem térve ki a kozmosz meghódításával összefüggő kérdésekre — a közlekedés, mint energiaigényes népgazdasági ág, különösen érdekelt a magfizikai, valamint termodinamikai kutatások és eredmények terén. Közlekedést érinti a közlekedést az izotóp kutatás és felhasználás egész területe is.

Mint ismeretes, — erre a továbbiakban még visszatérünk, — a közlekedés fejlődése nagyon szorosan összekapcsolódik a számítógépek, az adatfeldolgozás, valamint az információadás, átvitel és vétel fejlődésével. Ebből a szempontból különösen fontos minden olyan alapkutatói eredmény, amelyet az információ-elmélet, nem utolsósorban az optika és akusztika terén érnek el. Nem maradhat azonban említés nélkül e területnek az anyagfeldolgozás, megmunkálás szempontjából való nagy jelentősége sem.

Lényegileg az elektronikához kapcsolódik a korszerű áramegyenirányítás és automatikus kapcsolás számos problémája is. Ezért a villamosságtan eme fejezete erről az oldalról nézve is nagy jelentőségű.

A közlekedés, mint veszélyes üzem, fokozott műszaki ellenőrzést követel meg. Ezért a vizsgáló eszközök, különösen a mérőberendezések egyre nagyobb szerepet kapnak.

Ebből a szempontból minden olyan eredmény, amely a szilárd testek fizikája, és megint csak az izotóp-kutatás és ehhez hasonlók terén jelentkezik, különös figyelmet követel.

Meg kell még azt is említeni, hogy analógia révén, de közvetlenül is, jól érzékelhető fejlődést váltottak ki a közlekedéstudományok, elsősorban a közlekedési áramlástan terén a kinematikai gáz- és folyadék-elméletben elért eredmények.

### 3. A kémia fejlődési irányai

A tudomány nap nap után anyagokat fedez fel. Sokan tartják azt, hogy korunk termelőerői fejlődésére a munka tárgyában végbemenő változások a legjellemzőbbek. Ez idő szerint mintegy 50 000 szervetlen és 3 millió szerves vegyületet ismer az emberiség. Márpedig a kémia gyors fejlődése idestova a társadalom teljes nyersanyag bázisát átfogja. Itt a fejlődés az anyagok egymással való helyettesíthetőségét, a hulladékok és az eddig kevésbé hasznosított vagy veszendőbe ment melléktermékek széleskörű felhasználását, gazdaságosabb technológiák alkalmazását teszi lehetővé.

A kémiai tudomány hova-tovább biztosítani tudja, hogy adott anyagjellemzőkhöz a legalkalmasabb műanyagot megtervezzék és előállítsák, szemben ama régebről megszokott helyzettel, amikor adott anyag esetében azt keresték, hogy az mire alkalmas és hol használható. Az új anyagok egyik legfőbb jó tulajdonsága, hogy lényegesen, nagyságrenddel kisebb súlyúak, mint a fémek. Márpedig a közlekedés gazdaságosságának alapvető problémája a „holt” teher csökkentése.

Különösen érdekesek a közlekedés szempontjából azok az új fémek, amelyeket ugyancsak nagyrészt a kémiára alapozva, a kohászat produkál.

Kevésbé érdeklődött ez ideig a közlekedés és ezért feltehetően itt számos kiaknázatlan lehetőség áll fenn, egyes folyamatok, részfolyamatok, műveletek kemizálással való megoldása vagy előnyösebb lebonyolítási lehetősége iránt.

### 4. A biológia fejlődési irányai

A biológia fő fejlődési irányait szemügyre véve, csupán utalásokat tehetünk. E gondolatkörhöz kapcsolódik a közlekedést is átszövő, a biológián, a fiziológián, a biofizikán, a biokémián, a genetikán és az orvostudományokon kívül a közlekedés szempontjából különösen fontos pszichológia és pedagógia területe. Mindezek a közlekedés ember-gép jellege következtében az ember tényezőjét hozzák előtérbe, akár közlekedési dolgozóról, akár utasról, akár a közlekedés ártalmaitól érintett más emberekről legyen is szó. E rendkívül szétágazó és bonyolult kölcsönhatás komplexumra ez alkalommal nem is térünk ki. A távlati elképzelésekre kifejtett nagy hatásra talán rávillant, ha

megemlítjük egyesek ama véleményét, amely szerint a fejlődés a tudomány és technika rohamos előrehaladása, — elsősorban a számítógép alkalmazása, — arra mutat, hogy már századunk végére a munkaidő 20—25 órára csökkenhet, viszont a felszabaduló idő tetemes részét át- és továbbképzésre kell fordítani.

A biológia témakörébe tartozik a közlekedés és természetes környezete közti bizonyos hatások tisztázása és ez alapon hasznosítása (pl. a növények esztétikai, tájképi és praktikus alkalmazása), illetve kiküszöbölése (gyomirtás, kártevők elleni küzdelem, stb.). Ezekre is pusztán utalni lehet.

Külön kell ki emelni azokat az eredményeket, amelyeket a biológia, mint a legbonyolultabb rendszerek vizsgálatával foglalkozó tudomány elért. Például a homeosztázis fogalma igen gondolatébresztő módon hasznosítható az egyéb autonóm, bonyolult rendszerek nemcsak megértéséhez, de viszonylag pontos definiálásához is. Ki ne látná az analógiát a bonyolult műszaki embergép rendszerek és a bonyolult biológiai szervezetek viselkedése között. Homeosztázison ugyanis a biológusok az utóbbiaknak a külső zavaroktól, az adott lehetőségektől és a múltbeli „élettapasztalatoktól” egyaránt függő stabilitását, a belső közeg állandóságához való leggyorsabb visszatérést, — ha ezt valamilyen (külső vagy belső) zavaró hatás kibillentí egyensúlyi helyzetéből — értik.

A vázlatosan és példaként felvetett néhány alaptudományi téma vagy fejezet csupán a kapcsolódó területek és lehetőségek számos és széles voltára akart rámutatni. A kérdések teljességre törekvő átfogása meghaladná e tanulmány kereteit. A közlekedés szempontjából különösen fontos egyes alaptudomány-fejezetekkel és az ezekre ráépült alkalmazott és műszaki tudományokkal kapcsolatos néhány kérdésre a továbbiakban valamivel részletesebben még visszatérünk. Meg kell azonban állapítani, hogy ez idő szerint a változtató fejlődési irányok tudatos figyelemmel kísérése, főleg pedig az ilyen tevékenységet folytató hazai és külföldi kutató bázisokkal a kapcsolat, inkább alkalomszerű, sem mint intézményes. Ez egyúttal az alaptudományok nyújtotta lehetőségek kiaknázásának nem megfelelően irányított voltára is fényt vet. Mindebből arra kell következtetni, hogy az elért eredményeknek a közlekedés területére való átültetése rengeteg rész- és átfogó munkát, valamint kooperációt és koordinációt kíván, amelyet ez alkalommal nem annyira elvégezni, mint inkább serkenteni és átgondoltabbá, tervszerűbbé tenni törekszünk.

## 5. A matematika és közlekedési alkalmazásai

Fontos szerepénél fogva az alaptudományok közül kiemelten kell foglalkozni a matematikával. Az elkerülhetetlenül szükséges elemző, értékelő és általánosító tevékenység, valamint a műszaki fejlesztés hatásainak felmérése, s ezáltal irányainak és lehetőségeinek megszabása, de a folyamatok irányítása is megköveteli — először legalább a részletekre vonatkozó, de a továbbiakban



lehetőleg minél átfogóbb — modellek alkotását és használatát. Korszerű viszonyok közt is a modelleket leggyakrabban a matematika felhasználásával oldják meg.

A tudomány fejlődése során a matematika alkalmazása jelzi a tudomány behatolását a vizsgált folyamatok és jelenségek objektív mennyiségi törvényszerűségeibe és struktúráiba. Ezért minden olyan tudomány, amely igényt tart a korszerű jelzőre, tudatosan törekszik a matematikai módszerek minél kiterjedtebb alkalmazására.

A matematika fejlődése és ezáltal módszereinek, pl. a közlekedési problémák megoldására való alkalmazása lehetővé teszi, hogy a közlekedési jelenségek objektív sajátosságai és törvényszerűségei — különböző oldalokról nézve — pontosabb kvantitatív megfogalmazást kapjanak. Más szóval a matematikai nyelv közlekedési tartalommal tölthető meg. Ezzel lehetővé válik különböző hipotézisek gyakorlati ellenőrzése, a közlekedési jelenségek és folyamatok jellegének és (különböző körülmények közti) lefolyásának megbízható előrejelzése és ez alapon teljesebb és hatásosabb irányítása.

A matematikai módszerek — most a kérdést csak formai oldaláról nézve — lehetővé teszik, hogy adott helyzet (esetünkben általában valószínűségi) modellje számára megtaláljuk a változók ama értékeit, melyek mellett az elérhető eredmény optimális.

A matematika feladatát modellekkel, elsősorban szimbolikus modellekkel oldja meg. Modellnek nevezzük az anyagi objektumok valamely rendszerének elemei közötti invariáns viszonyok izomorf leképezését az anyagi objektumok egy más rendszerének elemei közötti viszonyokra. Meg szoktak különböztetni: minőségi, mennyiségi és strukturális modellt. Ez a sorrend egyben valamely jelenség vagy folyamat elméleti úton való megismerése elmélyülésének menetét is jelzi.

A vizsgált jelenségek mennyiségi modelljének felírásához két út vezet.

Az *empirikus* út segítségével minél több konkrét, tapasztalati adatból indulnak ki és a matematika által ismert olyan függvényt keresnek, amelynek segítségével a konkrét, megfigyelt adatok közti statisztikus összefüggéseket minél egyszerűbben és pontosabban lehet le írni.

Az *elméleti* út alkalmazásakor a vizsgált-jelenség természetének megértésére törekszenek és eleinte inkább logikai megfontolások, elképzelések, koncepciók, hipotézisek alapján alakítanak ki megfelelőnek látszó általános (a priori) modellt és ezt kísérlik meg alkalmazni tényleges, tapasztalati adatokra. Ezen út előnye, hogy olyan általános modellt eredményezhet, amely a vizsgált jelenség bármilyen formájának, változatának, bármilyen feltételek, körülmények közt érvényes törvényszerűségeit tükrözi. Ezért ezen út követésére nagy a csábítás, de csak akkor kecsegtet eredménnyel, ha a jelenségek és folyamatok eléggé ismertek ahhoz, hogy olyan modellt építhessenek fel, amely helyesen fejezi ki a bonyolult folyamatok természetét. Ha ez nincs

biztosítva, több-kevesebb feltételezés és egyszerűsítés szükséges, ami más szóval azt jelenti, hogy a modell hűségére kisebb a garancia.

A műszaki — s ezek közt a közlekedéstechnikai — tudományok alap- és alapozó disciplináit, ezek jelenségeit és folyamatait vizsgálva feltételezik, hogy azok determinisztikusnak tekinthetők. A világ azonban általában sztohasztikus természetű, valószínűségi jellegű. Nyilván itt az oka annak, hogy a valósághoz jobban tapadó alkalmazások, a gyakorlat jelenségeinek és folyamatainak tükröztetésére törekedve, — a természeti, emberi, társadalmi tényezők szerepe miatt, — egyre inkább sztohasztikus modellek bevezetésére kényszerülnek.

Más szóval a determinisztikus szimbolikus modellek kevésbé alkalmasak a gyakorlat számára kielégítő izomorf leképezésre. Ezt a megállapítást a közlekedési jelenségekre és folyamatokra is érvényesnek tekinthetjük.

A valószínűségi modellek viszont rendszerint csak akkor tükrözhetik izomorfán pl. a közlekedés (sztohasztikus jellegű) törvényszerűségeit, ha a jelenségek és folyamatok tömeges jellemzőivel függnek össze. Ilyen jellemzők pedig általában a matematikai-statisztika módszereivel végzett tömeges megfigyelések adatainak elemzése útján állapíthatók meg.

A matematika által ez idő szerint a közlekedés számára nyújtható segítség tisztázásakor csak a legfontosabb kérdéseket és azokat is csak leegyszerűsítve érinthetjük. Ha abból indulunk ki, hogy a matematikai módszereket végső fokon optimális döntések megalapozására használják, akkor szem előtt kell tartani, hogy a legtöbb döntés lehet:

*határozott*: egy konkrét megoldási változat elfogadása;

*kockázatos*: amennyiben a különböző döntések eltérő eredményre vezetnek, de ezek mindegyikének ismert az előfordulási valószínűsége;

*határozatlan*: amikor a lehetséges eredmények egyikének előfordulási valószínűsége sem ismert;

*szakaszos*: (amely szintén lehet pl. határozott vagy kockázatos), ha az eredmények és valószínűségek ismertek ugyan, de attól függenek, hogy milyen tevékenység-sorozattal és ezek milyen sorrendjével érik el azokat.

A vázolt döntésfajták előkészítéséhez — fejlettségünk jelen fokán — más és más matematikai apparátus szükséges. Az *első esetben* pl. általában a lineáris programozás, a *másodikban* a játék-elmélet, a *harmadikban* a statisztikai döntésemélet, végül a *negyedikben* többnyire a dinamikus programozási módszerek, illetőleg modellek vezetnek célra. Nyilvánvaló azonban, hogy amennyiben a kapacitásviszonyok, az időráfordítások, a beruházási és felújítási költségek, a forgóeszköz-állomány alakulása és ezekhez hasonlók is mérlegelendőek — márpedig rendszerint ez a helyzet — akkor a modern matematika, főleg pedig az operációkutatás minden modellje és módszere szükségessé válik.

Amennyiben egy pillanatra csak a felsorolt döntésfajtákat vesszük szemügyre, az előzőleg elmondottak alapján nyilvánvaló, hogy a sztohasztikusnak

tekintett közlekedési jelenségek és folyamatok, mennyiségi modelljeinek megalkotásához és vizsgálatához — a matematikai logikát csak megemlítve — a valószínűség-számítás és matematikai-statisztika és a mindezekkel nagyon szoros kapcsolatban álló operációkutatás modelljei és módszerei alkalmasak.

Ha nem is általánosan elfogadott, de egy pillanatra úgy vesszük, hogy a felsorolt tudományterületek a modern matematika egy-egy részét jelentik, akkor kimondhatjuk, hogy a modellezésnek és az ez alapon nyugvó fejlődésnek a matematikai apparátus — beleértve a matematikai, illetve szimbolikus logikát is — felső határt szabhat. Megállapításunkhoz hozzá kell azonban fűzni, hogy a közlekedési kutatások és gyakorlat szempontjából semmi esetre sem az a helyzet, hogy a matematika nyújtotta lehetőségek maximálisan ki vannak használva.

A matematika a közlekedéstudomány és gyakorlat számára is felbecsülhetetlen jelentőségű. Tudatában kell azonban lenni, hogy egyrészt a matematikai módszerek alkalmazásának is vannak határai, másrészt csak — részben az operációkutatás segítségével — kellő színvonalra fejlesztett és a matematikához hasonló ütemben fejlődő közlekedéstudomány képes a matematika nyújtotta lehetőségeket kiaknázni.

A szimbolumok, képletek, grafikonok stb. mind-mind a matematika nyelvét jelentik. A matematika apparátusa kifogástalan logikai mechanizmus, de nem több. Ezért a formális matematikai technika használata még egyáltalán nem garantálja a kapott következtetések tudományos megalapozottságát.

A matematikai szimbolumok, formulák és az operációkutatási általános fogalmak nem tudják kimeríteni, vagy teljesen visszatükrözni a közlekedési folyamatok egész tartalmát, mindig rosszabbul, gyengébb közelítésben, kevésbé adekváтан tükrözik a pl. szociális és pszichológiai törvényszerűségektől is áthatott közlekedési folyamatok konkrét tartalmi természetét, — kritériumait, minőségi lényegét, a célt, a rendeltetését, a társadalom életében betöltött szerepét és helyét, konkrét tartalmát, megjelenési formáit, mechanizmusait, — mint a közlekedéstudomány segítségével végzett analízis alapján tisztázott saját fogalmak, amelyeket éppen a valóság vizsgált területének leírására, közlekedési ismeretek hirtokában és segítségével alkottak meg.

Más szóval a közlekedés és irányítása bizonyos matematikai-logikai sémájának felépítését csak úgy lehet a gyakorlat számára is hasznosíthatóvá tenni, ha e sémát a vizsgált és irányítani akart folyamatok információ-tartalmáról és logikai struktúrájáról szóló igazolt hipotézis, koncepció határozza meg. Csak, ha minden mint első lépés, kielégítő módon megtörtént, következhet a második lépés: a kutatott mennyiségek kísérleti, megfigyelési, mérési módszerekkel való megállapítása. Ekkor lépünk át a mennyiségi, fejlettebb fokon a strukturális modellezés, az ezekkel való műveletvégzés, a matematika területére.

A vázolt komplex feladatok megoldására olyan munkamegosztás szükséges, amelyben a közlekedési kutatók és szakemberek a problémákat formulázzák meg, a matematikusok pedig — a konkrét esetek jó megoldása céljából — a modelleket, módszereket és megoldási eljárásokat — célszerűen specializálva — kell, hogy kutassák és fejlesszék.

Mindezeket azért kell hangsúlyozni, mert vannak, akik a közlekedés területén a múlt idők során összegyűjtött tapasztalatokat, elveket és módszereket hajlamosak lekicsinylően kezelni, mintegy azon álláspontból, hogy a matematikai módszerek nem a tartalom elemzésére valók, hanem helyettesítetik azokat.

A közlekedéstudomány művelői minden korszakban igyekeztek a rendelkezésre álló matematikai apparátust legmesszebbmenően alkalmazni. Ma azonban a lehetőségekhez képest kétségtelenül lemaradás érezhető a matematikai és a közlekedési kutatások, főleg a gyakorlat által alkalmazható matematikai eljárások és a lehetőségek között.

Ma még ott tartunk, hogy a pusztán kvalitatív szemléletre és intuitív alapokra épített közlekedési gyakorlat nagyon is elterjedt. A kutatás terén az egyszerű, majdnem azt mondhatnánk legegyszerűbb, klasszikus algebrai módszerek már elterjedőben vannak. Ez némileg alakítja már a szemléletmódot is. Azonban a folyamatok és jelenségek sztohasztikus szemlélete és a modern matematikai módszerek alkalmazása — még determinisztikus megfogás mellett is, — meglehetősen ritka és nagyon messze van attól, hogy általánosnak legyen mondható. Ez más szóval azt is jelenti, hogy a lehetőségek távolról sincsenek kiaknázva. Kétségtelen, hogy mindebben a főszerepet, — a matematika és számítástechnika korunkban tapasztalható gyors fejlődése mellett, — a közlekedési kutató- és vezetőség szemléletmódjának és képzettségének e szempontból elmaradott volta játssza.

Az UIC 1967 végén Montrealban tartott II. Vasúti Kibernetikai Kongresszusán erről az operációkutatás és kibernetika alkalmazásában élenjáró közlekedési ágazatról, összefoglalóan azt állapították meg, hogy legalább is ez idő szerint sajátosan a vasúti problémákra vonatkozó matematikai formulák és módszerek nincsenek ugyan, mégis az analitikus képletek alkalmazásával, valamint a szimulációs eljárások segítségével, a vasúti üzem irányítása és vállalatának vezetése fejleszhető.

## 6. A közlekedés bonyolult rendszerként való szemlélése

A közlekedés és egyik sajátos környezete a tudomány, — ezen belül a természettudományok, — közti kapcsolat felderítése végett fel kell vázolni a közlekedés nagyvonalú modelljét. Ennek során abból kell kiindulni, hogy a közlekedési rendszer térben kiterjedt, tartalmában és struktúrájában bonyolult, nagyon komplex, szétágazó és változékony, dinamikus ember-gép és

folyamat-rendszer. Ebben az ember-gép rendszerben az emberi, környezetében pedig a társadalmi és természeti tényezők hatása eddig is, és minden belátható perspektívában is, meghatározó, nagy szerepet játszik. Többek között ez is oka annak, hogy a valóságos folyamatok és jelenségek számos előre nem látható körülmény hatására csak aránylag nagy szóródással követik az általános elveket és elképzeléseket. Ennek ellenére feltételezhető, hogy a közlekedés egyre bővülő természeti és népgazdasági környezete, valamint saját tartalma, — információk segítségével kellő időben megállapított, — változásaira autonóm módon reagál, s ennek eredményeként optimálisan alkalmazkodhatik a változásokhoz, részben pedig környezetét is magához alakíthatja.

Korszerű szemléletmódra törekedve, a közlekedést áramlási jelenségnek tekintjük, amelynek egységes folyamatában háromféle áramlás fonódik szerves egységgé össze. E háromféle áramlás: a modellben az alsó síkra tehető tárgyi — anyagi jellegű áramlás, amelybe a közlekedő embereket, a szállított termékeket, magukat a szállítóeszközöket és berendezéseket sorolhatjuk; az energiaáramlás, bármilyen formában és módon történjék is az és végül az információ-áramlás.

### **7. A közlekedés anyagi-tárgyi oldalára ható tudományok fejlődési tendenciái**

Az anyagi-tárgyi áramlatok komplexumában az utas-és árúáramlatok nagy mértékben társadalmi, gazdasági jelenségek, s ezáltal a gazdaságtudományok mellett, a demográfia, a pszichológia és még számos más e csoportba tartozó tudománnyal állnak szoros kapcsolatban. Az ilyen áramlatok részlet modelljének felírása, alakulásuk tervezése és irányítása annyiban lehetséges, amennyiben e tudományok saját fejlesztésük problémáit megoldják és amennyiben az így kapott eredményeket a közlekedés területére adaptálják.

A szállítóeszköz és pálya, mint az anyagi áramlás „burkolói” és feltételei, a műszaki tudományok, a mérnöki létesítmények szinte minden elemét felhasználják. Mivel ezekkel a kérdésekkel közlekedési ágazatonként rész-referátumok foglalkoznak, nem térünk ki ezekre.

### **8. A közlekedés energia-áramlási oldalára ható tudományok fejlődési irányai**

A közlekedés nagy tömegek helyválttatása. Ezért a mozgó tömegek, a helyválttatási sebesség és távolság növekedése egyaránt nem is lineárisan fokozódó energiafelhasználással jár. A közlekedésben használt hajtómotorok nemcsak az egész közlekedés arculatát szabják meg, hanem az országos energiafelhasználásban is nagy szerepet játszanak. Innen a törekvés a hajtómoto-

rok energetikai hatásfokának fokozására, egyáltalán a közlekedésben használt motoroknak, mint energetikai berendezéseknek fejlesztésére. Viszont az energetika terén bármi oknál fogva bekövetkező változás a közlekedés szinte valamennyi lényeges műszaki és gazdasági paraméterére hatással van.

Az energetika tudományának fejlődése vonalát az igen gyors és egyelőre fokozódó ütemű össz-energia igény növekedés és a már csak ezért is elkerülhetetlen struktúra-változás szabja meg. A struktúra-változás lényegében abban áll, hogy — legalábbis néhány évtized perspektívájában — fokozódik a gáz- és kőolaj alapú energiahordozók részaránya.

Már kibontakozóban van azonban az a jövő kép is, hogy az atomhasadásra alapozott energiatermelés növekvő szerepet kap. Ha pedig sikerül a hidrogénbombában is lefolyó magfúziós folyamatot irányíthatóvá tenni, — amin ez idő szerint számosan és sok helyen dolgoznak, — akkor az energiaigény bármilyen fokú növekedése kielégíthetőnek látszik. Ezért valószínű, hogy az emberiség — s ennek keretében a közlekedés — távolabbi jövőjének alakulásában az atomenergia kiaknázásának kérdése központi szerepet játszik.

Az atomenergia (és a sugárzó anyagok) előállítása atomreaktorokban történik. Az atomreaktorból az energiát ez idő szerint általában hőenergiává való átalakítás közbeiktatásával vezetik ki. Az atomenergia közvetlen (áramforrásként való) felhasználására számos kísérletet hajtottak végre, de az ipari kiaknázás csak távolabbi jövőben látszik lehetségesnek.

Az atomreaktorok motorok hajtására is alkalmasak, s a közlekedés ebben közvetlenül érdekelt. Ez esetben a járműmotorokhoz jelenleg használt benzin, olaj, szén stb. helyét az atomi tüzelőanyag foglalja el. Ennek nagy előnye, hogy súlya és terjedelme lényegesen kisebb, csak hosszú időközökben kell utántölteni, s ezáltal a jármű akció-rádiusa nagyságrenddel növekszik. Külön előnye a magfúziós és hasadási folyamatnak, hogy az „égéshez” oxigén nem szükséges. Ezt a sajátosságot a tengeralattjárók és rakéták hajtóművében máris hasznosították.

A hajózás területén az atomreaktorok felhasználása már megtörtént és bizonyos tapasztalatokat is nyilvánosságra hoztak.

Az atomhajtású mozdonyok tervezése még kezdeti stádiumban van, de — a sok kétség ellenére is — foglalkoznak a kérdéssel.

A repülés terén ez idő szerint fontosabbnak tartják az atomhajtás vizsgálatát, mint a vasúton, mert itt a tüzelőanyag súlyának csökkentése létfontosságú. Ehhez azonban elsősorban a reaktor súlyát kell csökkenteni. E téren sikerről csak akkor lehet szó, ha a sugárzás-veszély kiküszöbölése mellett elérhető, hogy a hő közvetlenül működtessen pl. gázturbinát. Mindkét probléma megoldására folynak kísérletek. A nagyon gyéren kiszivárgó adatok szerint repülőgép hajtására alkalmas atomreaktor tervezése (és állítólag építése is) folyik. A 44 tonnányi reaktorsúlyt csak úgy tudták elérni, hogy a sugárvédelmet biztosító falat, pajzsot elhagyták. Ezért az ilyen repülőgépen ember

nem tartózkodhatik, hanem a vele való több, hagyományos repülőgép táv-irányított vontatására gondolnak.

A közúti járműveken, mai ismereteink mellett, nehezen képzelhető el az atomhajtás, mert a sugárvédelemhez szükséges pajzs súlya vetekszik az egész jármű súlyával, elhagyására pedig itt aligha kerülhet sor.

Az atomreaktorok villamos centrálékban való hasznosítása sem közömbös a közlekedés szempontjából. E téren a fejlődésnek — figyelembevéve a vízi-energia, az árapály-energia és még néhány hosszú idő óta a kísérletezés stádiumában levő egyéb energiaforrást is — alapirányzata a koncentrált energiatermelés. A koncentráltan előállított energia felhasználása azonban a közlekedésben gyakorlatilag a földfelület minden pontjára decentralizáltan történik. A nagy mennyiségben és koncentráltan előállított energiát tehát a közlekedés számára el kell osztani. Ennek ez idő szerint ismert legcélszerűbb és többnyire legolcsóbb módszere is a villamosvezetékek útján való elosztás. E módszer legjobban a kötöttpályás szállítóeszközök természetének felel meg. Az ilyirányú fejlődés tehát beláthatatlan perspektívájú jövőt biztosít az ilyen közlekedési technikának.

A koncentráltan előállított villamosenergia előnyeinek kiaknázására törekedve, még a teher- és személyautó közlekedésben is folynak, — az egyébként a kötöttpályás közlekedésben is napirenden tartott, vezeték nélküli (főleg akkumulátoros) elosztási módszerrel, — kísérletek.

A folyékony és gázalakú energiahordozók csövön (és pl. hajón) való elosztása is fejlődésben levő megoldás és semmi ok nem látszik, ami ezt a fejlődést a legcsekélyebb mértékben fékezne több évtized perspektívájában nézve is.

Az azonban előrelátható, hogy — amennyiben nem nagyteljesítményű villamoscentrálék táplálására használják, — a folyékony és gázalakú energiahordozókat egyelőre a nem kötöttpályájú, nagy sebességű, de kis tömegű, illetőleg kis sebességű, de nagy tömegű közlekedési ágazatok (a közúti gépjárművektől az űrrakétáig) fogják elsősorban használni.

A vázlatokból kivehetően az energetika és a fejlődéséből adódó lehetőségek kiaknázásakor a hozzákapcsolódó tudományágak (geológia, geodézia, stb.) fejlődése nagy mértékben meghatározó jelentőségű mind a közlekedéstechnika, mind a közlekedésgazdaságtan, mind a közlekedési üzemtan szempontjából. E tudományterületek fejlődési irányainak még nagyvonalú felvázolására sincs lehetőség. Néhány megállapítást azonban a jövőt nyilvánvalóan jellemző atomenergiával kapcsolatban tehetünk, bár az energiának atomerőreaktorok segítségével való termelése még csak a kezdet kezdetén jár.

A rádióaktivitás hasznosításával kapcsolatban leszögezhető, hogy elméleti síkon hosszabb ideje nincs forradalmi változás, a fejlődés a kialakult irányokban egyenletes.

A gyakorlati hasznosítás terén viszont nagy az előrehaladás. A felhasználók és megrendelők száma ugrásszerűen növekszik. Más szóval a rádióaktív

elemek kiléptek a laboratóriumok falai közül és bevonultak a mindennapi életbe.

A fúzió sok részletkérdése tisztázott, de irányított, szabályozott megvalósítása még nem sikerült. Elégé általános a vélemény, hogy elektromos energia ily úton való előállításáig még sok idő fog eltelni és valószínű, hogy az ilyen erőművek létesítése lényegesen nagyobb anyagi ráfordítást fog igényelni, mint a hasadást hasznosítóké. Más szóval a fúzióra épített fejlődés nem korlátozza a maghasadásos erőművek fejlesztési ütemét. Ez annál inkább helyes megállapításnak látszik, mert a hasadásos utakon előállított energia önköltsége nagyságrendre közeledik a hőerőművekben előállított energiáéhoz.

Az atomenergia számottevő felhasználásának kezdetét 1975 tájára teszik. Kb. ugyanekkorra számítják, hogy az így előállított energia-önköltség szempontjából is versenyképes lesz.

### 9. A közlekedés információáramlási oldalára ható tudományok fejlődési tendenciái

A közlekedési folyamat információ áramlatként való megfogása tudományos szempontból különösen fontos. Ezzel kapcsolatban előre kell bocsátani, hogy — bár a közlekedésben az információáramlat önálló formában is jelen van — az egyébként jól különválasztható tárgyi-anyagi és energia áramlat is hordoz, méghozzá nagyon fontos információkat. Irányítási információk megalapozására és végrehajtásuk ellenőrzésére, — alkalmasan, korszerű viszonyok közt gyorsan leválasztva és feldolgozva, — éppen ezek az információk elengedhetetlenek. A közlekedési folyamat, mint információ-áramlat tehát lényegesen szélesebben értelmezendő, mint a szokásos hírközlő berendezéseken és eszközökön áramló információké.

A fizikai alapokon, egzakt matematikai módszerekkel felépített, idestova klasszikus teljességű információelmélet olyan irányban fejlődik, hogy minden filozófiai értelemben vett mozgást, valamennyi természettudományi értelemben vett áramlást az információelmélet ismert általános modelljével igyekszik leírni, számszerűen, mennyiségileg jellemezni. Ennek egyéb előnyei mellett a bonyolult folyamat-rendszerek megértése és irányítása szempontjából nagyon lényeges szemléletmódbeli hatásai vannak. Szerző véleménye szerint sokat lendít az amúgyis elsősorban gyökeres szemléletmódbeli változásra szoruló közlekedéstudományon és gyakorlaton is, ha az egész közlekedési áramlástant, tehát az anyagi és energia áramlásit is, ilyen szempontok szerint formáljuk át.

Kérdés lehet, mi értelme van a közlekedési folyamatok anyagi- tárgyi, energiaáramlási részét az információelmélet aránylag bonyolult fogalmaival kapcsolatba hozni. Mi értelme van anyagi, energiaáramlási objektív tulajdonságokat információkra vonatkozó absztrakt fogalmakra és statisztikus jellegű



valószínűségi változók halmazából felépített, ezek meghatározott valószínűséggel előforduló kombinációit jelentő modellekre visszavezetni. Pedig éppen itt a lényeg! Az információ ugyanis mennyiségi fogalom, s ezáltal a vele kapcsolatos adási-, átadási, átalakítási, zavar stb. jelenségek viszonylag homogén mennyiségekkel követhetők, ilyen mennyiségekkel végzett műveletek formájában tükrözhetőek. Más szóval, ha e folyamatrészeket mennyiségekkel tudjuk jellemezni, akkor az egész közlekedési folyamat homogén alapon számszerűsíthető, egységes matematikai modellekkel leírható. Korábban megmérhetetlennek tartott jelenségek kvantitatív jellemzői meghatározhatóvá válnak. Mindez felmérhetetlen távlatokat nyit a közlekedéstudomány fejlődése számára. Az információelmélet közlekedéstudományi felhasználásának megalapozásához azonban az információ fogalmát ki kell terjeszteni az értelmezésre, a már meglevő ismeretek, fogalmak ily szempontú azonosítására, bizonyos értelmű átrendezésére, az információ-elméleti fogalmak közlekedési tartalmának, valamint a fogalmak és a modellek értelmezési tartományának meghatározására.

Az információ-elmélet a szemléletmód fejlesztése szempontjából fontos, azonban a technikai alkalmazások sem kisebb jelentőségűek. Az információ-elméletre alapozva ugyanis olyan komplex technikai tudományterület bontakozik ki, amely főleg a fizika akusztikai és optikai, elsősorban azonban villamosságtani fejezeteit, valamint a biológiának, főleg a hallással és látással, általában az érzékeléssel és értékeléssel összefüggő területeit alkalmazza. E tudomány fejlődése biztosítja a közlekedésben is használt információ-adó, moduláló, átalakító, vezetékes és vezetéknélküli átviteli, vevő és tároló, valamint erősítő berendezések szakadatlan, rohamos fejlődését.

Gondoljunk arra, hogy az adatfeldolgozó és a közhasználatban is hírközlő berendezéseknek tekintettekén kívül többek között idetartoznak az érzékelő sináramkörökkel, a tengelyszámláló berendezésekkel, a kocsis- és vonatszám jelentéssel, a hőnfutás érzékelésével, de a mérés- és műszertechnika jóformán minden elemével összefüggő összes megoldások.

Ezek a kérdések önmagukban is fontosak és érdekesek, a közlekedés számára pedig kiemelkedő jelentőségűek. De annyira széles spektrumúak, hogy a velük való foglalkozásra ez alkalommal nincs lehetőség.

## **10. A közlekedési rendszer fejlesztési folyamatának tudományos alapjai (az operációkutatás és a rendszertechnika)**

Az elsősorban a társadalom-tudományok segítségével megállapított nagyságú és minőségű közlekedési szükségletek lehető legmagasabb szintű kielégítését a műszaki alap- és természettudományok gyors fejlődésével lépéstartó, céltudatos, tervszerű műszaki fejlesztés teszi lehetővé. A bonyolult közlekedési rendszer megismerése, összefüggéseinek tisztázása, modellezése szövevényes feladat. Nem egyszerűbb e rendszer szervezési és műszaki mód-

szerekkel való optimális fejlesztésének problémája sem. A bonyolult rendszer és a környezetével fennálló sokágú kapcsolat ugyanis nehezen felmérhetővé teszi azokat a hatásokat, amelyeket egy-egy fejlesztési lépés kivált. Ezért a következőkben szerző nem is annyira — az előzőkben vázlatosan, más helyen alaposabb és részletesebben kidolgozott — fejlesztési módokra szeretne kitérni, mint inkább arra, hogy a fejlesztési folyamatot magát milyen tudományterületekre támaszkodva, hogyan kell megalapozni, megtervezni, megszervezni és irányítani. Más szóval a tudományos eredményeket hogyan kell a közlekedés területén realizálni.

A kérdésfeltevés korunkra jellemző, a bevezetőben is említett formája megköveteli, hogy a tudomány és a termelés, a gyakorlat kapcsolatát is új módon fogalmazzuk meg. A tudományos eredmény és a termelés közti kapcsolat a kutatási eredmény lehetőleg számszerűsíthető megállapításától, a mondhatni termelési, műveleti utasítás, vagy a szabvány kiadásáig (és végrehajtásáig), a termék, a szolgáltatás piaci realizálásáig, sőt azon túl is: a használok bírálatának szakadatlan gyűjtésére, elemzésére és a fejlesztésre való visszacsatolásig terjed.

A tudomány és termelés közti kapcsolat tisztázása és tudatos fejlesztése érdekében meg kell különböztetni, — az alap- és műszaki, majd ez és az alkalmazott tudományok közti kapcsolatokat; továbbá a tudományok és a politika, valamint ez és az operatív vezetés; végül mindezek és a realizálás, a termelési-üzemi folyamat közti kapcsolat-láncot. E kapcsolat-láncot szemügyre véve, nyilvánvaló, hogy a tudomány és realizálás közt kulcsfontosságú helyet foglal el a politika. Elsősorban a politika biztosíthatja ugyanis azt, hogy a tudomány tervszerűen, gyorsan, gazdaságosan váljék termelőerővé.

A tudomány és politika közti kapcsolat a tudományos megállapítástól a gyakorlati tevékenység fő irányának megszabásáig, kitűzéséig, mondhatjuk: az előrelátó, hosszú távlatba néző koncepcióig és az ennek realizálásáról, valamint a realizálás módjáról való döntés megszületéséig tart.

A politika és a gyakorlat közti összefüggéslánc a vázolt döntéstől a használattal való visszacsatolásig terjed.

Mindenképpen leszögezhető, hogy a tudomány és a politika (és ez lényegében a modern termelésre, gyakorlatra is áll) összefonottsága oly szoros, hogy szinte lehetetlen megmondani, hol végződik az egyik és hol kezdődik a másik. Korunkra jellegzetesnek, termelési szempontból alapvetőnek is lehet tekinteni a tudomány és termelés (vagy általánosabban a gyakorlat), más vetületben a tudományos eredmény és realizálása összefonódását s emiatt a tudomány egyre döntőbbé válását magában a termelési folyamatban.

A politika feladata (akárcsak a szorosan mellette álló alkalmazott tudományé) kettős. Egyrészt technikai és alap tudományokban, főleg pedig ezek alkalmazásában a világszínvonalon már realizált eredményeket kell tanulmá-

nyoznia, nem annyira továbbfejleszteni, mint inkább hazai viszonyainkra alkalmaznia. Másrészt a szakmai terület által felvetett problémákat kell a technikai és alaptudományok továbbfejlesztésével, illetőleg ezek serkentésével megoldania. E mindenkor fennálló kettős feladat nagyságának egymáshoz viszonyított aránya az ágazatnak a világszínvonalhoz mért fejlettségétől függ.

Amennyiben aránylag lemaradott területről van szó — s hazai közlekedésünkre ez jellemző — akkor (az első) az adaptálás kell hogy a súlyponti feladatot jelentse. Következik az elmondottakból az is, hogy ilyenkor a tudományos és technikai eredmények adaptálására alkalmas apparátust és módszereket kell elsősorban fejleszteni, valamint szervezetté tenni, emelni kell viszonylagos súlyát és megbecsülését, meg kell teremteni tudományos alapjait, kiemelten növelni kell az idevágó tudományokat.

Amikor a szakmai terület fejlettsége megközelíti vagy túl is szárnyalja a világszínvonalat, elérkezik az ideje, hogy — az adaptálást továbbra sem tévesztve szem elől — a kutatások súlypontját a technikai és alaptudományok eredményeinek jobb kiaknázására, ezek fejlesztésének serkentésére helyezze át.

Nem kétséges, hogy hazai közlekedéstudományunk ez idő szerinti nagyobb feladatait az első területen kell keresni. Nem véve le szemünket, — de a rendelkezésre álló erőket ily irányban viszonylagosan kisebb ütemben fejlesztve, — a második feladatról sem.

A hatékonyság fokozásának okvetlenül egyik fontos eszköze a tudományos eredmények gyorsabb gyakorlatba ültetése. A politika céljai közt tehát szerepelnie kell a realizálási részfolyamat gyorsításának, lebonyolítása tudatos, tervszerű irányításának és szervezésének is. A tapasztalat ugyanis azt mutatja, hogy az élenjáró tudományos eredmények hasznosítása nagyon nehéz és hosszadalmas lehet. Számos olyan példát lehetne említeni, hogy nagyobb és hosszabban tartó társadalmi és egyéni erőfeszítés szükséges a realizáláshoz, mint a tudományos eredmény eléréséhez, s ez nem véletlen.

A tudományos kutatásban a valóságban meglevő bonyolultságot úgy igyekeznek kiküszöbölni, hogy elvonatkoztatásokat, absztrakciót végeznek.

A gyakorlati alkalmazások során, a valóságban — s így a közlekedésben is — azonban a jelenségek és folyamatok teljes környezetükkel minden jellegzetességükkel és összefüggésükkel, összefonódottságukkal és bonyolultságukkal, ellentmondásos dialektikus kölcsönhatások közt vannak jelen.

A realizálás vagy bizonyos értelemben a tudományos eredmények adaptálása síkján tehát a politika és operatív vezetés feladatát is az teszi nehezzé és bonyolulttá, hogy az eddig a valamelyik alap-, természet-, vagy technikai tudomány terén végzett emberi tevékenységet és eredményét a modellben figyelembe vettél szövevényesebb természeti, a szinte végtelen bonyolultságú emberi és a még talán ennél is komplexebb társadalmi tényezők környezetébe kell beilleszteni. Márpedig e tényezők törvényszerűségeit,

kölcsönhatásait lényegesen kevésbé és számottevően pontatlanabban ismerjük, mint a természettudományéit.

A vázolt szituációban optimális eredményt kell elérni. Hogy ez mennyiben sikerül, azt még utólag is nehéz eldönteni, hát még előre! Ezért a tudomány-adta lehetőségek gyors és optimális kiaknázásához elengedhetetlen olyan — a kutatások eredményeire alapozott, az egész bonyolult rendszerre (és nem az egyes elemekre, szerkezetekre, emberekre) irányított szervezési-vezetési-irányítási szemlélet, elmélet és gyakorlat kialakítása, amely meg tud bírkozni azokkal az egyre szövevényesebb kérdésekkel, amelyek a szakadatlanul és gyorsan változó társadalmi és természeti környezetben a termék, a szolgáltatás, ennek előállítási technológiája és bonyolult rendszere fejlesztése érdekében történő optimális döntések meghozatalakor és ezek végrehajtása során felvetődnek.

A realizálási folyamat tudományos alapon való irányítására ezideig már két modern tudományos diszciplínát is kibontakoztattak: az operációkutatást és a rendszertechnikát. E két tudományt még nehéz lenne pontosan definiálni, de meglehetősen komplex területeiket már kielégítő módon körül- és elhatárolták, a művelésükhöz szükséges képzettséget meghatározták és az ilyen mérnökök nevelése már intézményesen több helyen folyik is.

A két, egymást nagyrészt átfedő tudomány közti fő különbség leegyszerűsítve abban áll, hogy az operációkutatás meglévő rendszerek optimális kihasználására és szervezésére; a rendszertechnika pedig még nem létezők legkedvezőbb kialakítására törekszik. Ezért még ez idő szerint az operációkutatás a bonyolult folyamatok, a rendszertechnika inkább a komplex konstrukciók tervezésével áll szorosabb kapcsolatban.

Abban viszont megegyezik a két tudományterület, hogy mindegyiknek éppen a kutatási eredmények tudományosan megalapozott módszerekkel való gyors és gazdaságos gyakorlatba ültetése a célja.

A tudományos alap elsősorban és döntően az áramláselmélet és a modern matematika néhány fejezete. Kiemelkedő szerep jut a gráf-elméleti alapon nyugvó hálózattervezési technikának (pl. a Pert és CPM módszereknek), valamint a korszerű számítástechnikának.

A szerfelett komplex, gyorsan növekvő és változó környezetben, szakadatlanul fejlődő közlekedés — mint bonyolult rendszer — is csak akkor lesz nagy távlatokban, előrelátóan, a leggyümölcsözőbben irányítható, az alap- és technikai tudományokban elért eredmények gyors felhasználásával optimálisan fejleszthető, ha többek között a vázlatosan ismertett két új tudományra is különösen figyelmet fordít, alkalmazásuk személyi és tárgyi feltételeit a lehető legsürgősebben biztosítja és szakadatlanul fejleszti.

Az operációkutatással és a rendszertechnikával szemben a közlekedés oldaláról támasztott problémák, — különösen a korszerű fejlesztés első időszakában, — lényegükben megegyeznek a népgazdaság többi ágában jelent-

kezőkkel és olyanféle részfolyamatok korszerű és optimális módon való megoldását kívánják, mint a statisztikák, elszámolások, könyvelés, számlázás, anyag-, állóeszköznyilvántartás, majd gazdálkodás, bérszámfejtés és ezekhez hasonló. Mindezek azonban a komplex közlekedési rendszer egy-egy részfolyamatának kvantitatív elemzését és ezalapon való modellezését is megalapozzák.

Ez idő szerint már pl. több vasút megközelítette e részmodellek teljes szintézisét és olyan komplex modellben való összesítését, amelyben a vasút dinamikus és nem lineáris rendszerként szerepel, amely zavaró hatások fellépésekor is automatikusan alkalmazkodik és működik. Hasonló rendszerek bontakoznak ki a közúti, a légi és a vízi közlekedésben is.

## 11. A bonyolult rendszerek irányításának tudományos alapjai (a kibernetika)

A fizikai, kémiai, biológiai, emberi és társadalmi jelenségek és folyamatok megismerésére az ember nem öncélúan törekszik, hanem azért, mert az ezekből összetevődő bonyolult folyamatrendszereket és az ezekre szabott bonyolult berendezés-rendszereket céljainak megfelelően, a környezeti és rendszerbeni (külső és belső) hatásokhoz, változásokhoz igazodóan, azokkal aktívan szembenézve, tudatosan befolyásolni, irányítani, a rendszert és „üzeme biztonságát” megőrizni és tökéletesíteni, fejleszteni, elhatározott döntését, szándékát kellő biztonsággal megvalósítani akarja. Az irányítás tehát a rendszer számára előre meghatározott tevékenységek bizonyos egymás utánjának megvalósítása, amelyek végül is bizonyos előre elképzelt hasznos helyzetbe hozzák a rendszert. Ez a nehéz feladat, amely pl. az operációkutatás vonatkozásában a produkált eredmények realizálását is jelenti, csak tudományosan megalapozottan folyhatik. Erre a célra számos tudományból (információelmélet, operációkutatás, szabályozás-elmélet és technika, bonyolult automaták, elsősorban a számítógépek elmélete stb.) egy többé-kevésbé önálló tudománycsoportot, a kibernetikát fejlesztették ki.

Anélkül, hogy most a kibernetika mint komplex tudomány és a benne szinbiózisan jelentkező felsorolt tudományok viszonyának vizsgálatába belemennénk, rá kell mutatni, hogy míg az információelmélet tárgya a „külvilágból” és a részrendszerekből a reagáló szervekhez, rendszerekhez érkező információ, hír, addig a kibernetika magával a rendszernek ezekre való reagálásával foglalkozik.

A kibernetika, mivel ember-gép rendszerek irányításának tudománya is, a természet- és technikai tudományok mellett számos társadalomtudományi területet is felhasznál és több-kevesebb részletét magába olvasztja (pl. pszichológia, szociológia, szervezéstudomány stb.).

A kibernetika egyetemes, általános tudomány, amely a bonyolult rendszerek (természet, emberek, szervezetek, berendezések, gépek és folyamatok) közös, általános tulajdonságait vizsgálja; a sajátosakat figyelmen kívül hagyja. Vizsgálódásaink céljára a kibernetika is modelleket használ, de a modell fogalmát nagymértékben kiterjeszti.

A kibernetika nem annyira a rendszereknek, ezek elemeinek és alkatrészeinek megismerésére, mint inkább megértésére, általában az időben folyó funkcionálásuknak, tevékenységüknek tisztázására és meghatározott célra való leghatékonyabb megoldására és irányítására törekszik.

A kibernetika számára az a lényeges, hogy a modell — a megfigyelő szempontjából — viselkedjék az eredeti rendszerrel hasonló módon, függetlenül a modell és az eredeti rendszer szerkezeti elemeinek és ezek összetételének eltérő voltától. A kibernetika tehát a külső megjelenésen alapuló tudomány, illusztrálására a „fekete dobozt” szokták használni, amelynek ki- és bemenete, valamint ezek közti átviteli függvénye, funkciója van. Az átviteli függvény a kimeneti változót a bemeneti változó függvényében adja meg. Amennyiben a fekete doboz számítógép, az átviteli függvény ennek programja.

A kibernetikai modellek a hasonlóságon, az analógián nyugszanak, amely az izomorfia, az azonos alakúság gyengébb formája, nem adja a valóság pontos mását és mibenléte sincs oly precízen definiálva. Nyilvánvaló azonban, hogy különösen hasznos az olyan analógia, amely legalább valamely, a gyakorlat számára fontos értelmezési tartományon belül a valóságot izomorf módon tükrözi.

A kibernetika valamely rendszer modelljén olyan másik rendszert ért, amely az elsövel *bizonyos fokig* analóg, működésének vizsgálata pedig újabb analógiákat sugall. Ezáltal a kibernetika egyik fontos hatása, hogy a nyelv-nél jóval sokoldalúbb információ-hordozót, a modellt, széleskörűbben értelmezetté tette és nagyobb körben használatba hozta.

A vázolt felfogás eredményezte, hogy a kibernetika, — bár szívesen használja a főleg az információátviteli és feldolgozási folyamattal való analógián nyugvó: matematikai, matematikai-logikai modelleket, de ezek és a fizikai modellek mellett széles körben alkalmazza a grafikus modelleket, a funkcionális, kommunikációs vázlatokat, valamint a kontroll diagrammokat.

A bonyolult rendszerek modellezésénél sokszor alakul úgy a helyzet, hogy a modellek bonyolultsága miatt a szavakkal való megszövegezés pontosan alig lehetséges, a matematikai pedig túlságosan egyszerűsített. Ilyenkor segít a „gépi modell”, amely azt is lehetővé teszi, hogy a többé-kevésbé absztrakt matematikai modellek programmá történő átdolgozásakor legalább bizonyos elhanyagolt információkat és végrehajtási, valamint egyéb feltételeket figyelembe vegyenek.

A gépek a környezetre való hatás terén helyettesíteni tudják az embert. Amennyiben ez a helyettesítés az emberi irányító (kibernetikai) tevékenység

egy részét is átveszi, automatizálásról beszélünk. Ilyenformán a gép automatikus működését biztosító mechanizmusok az azonos funkciójú emberi képesség analógiái. Ámde az emberi irányító „mechanizmus” többé-kevésbé bonyolult, a célirányuló gondolkodás. Az ember és olyan gépek közti analógia, amelyek kibernetikai szervei képesek emberi funkciók ellátására: szellemi munkát is pótol. A gépek kibernetikai szervei információkat tárolnak, kombinálnak, dolgoznak fel. Ezek pedig biológiai funkciók.

Az automatizálás elsősorban az integrációt, berendezések sokaságának egyetlen (bonyolult) rendszerre való egyesítését jelenti. Ez más szóval a bonyolult ember-gép rendszer egyre inkább gépi rendszerre változását is jelenti. Bár ez a törekvés bizonyos területeken (pl. az energiaszállító és elosztó hálózaton is) többé-kevésbé megvalósult, ez idő szerint még többnyire ember-gép rendszerekről van szó.

A korszerű értelemben vett kibernetika technikai alapja az elektronika. Az elektronok irányított áramlatai ugyanis alkalmasak információk hordozására. Mivel pedig az elektronok áramlási sebessége a közlekedési áramlatokéhoz képest gyakorlatilag végtelenül nagy, a fennálló helyzet gyors tisztázására és a döntéseken nyugvó utasítások gyors továbbítására különösen alkalmasak. Az elektronok áramlásának irányításán nyugvó elektronika körünk egyik uralkodó jellegű technikája. E technika egyre fontosabb elemévé ez idő szerint a tranzisztor válik.

Az elektronika fontos alkalmazási területe a legbonyolultabb automatikus rendszer: a számítógép. Mai értelemben vett bonyolult rendszerekkel kapcsolatos operációkutatás, rendszertechnikai vagy kibernetikai eljárás nem tudja nélkülözni a legbonyolultabb automatát, a számítógépet. Ez a körülmény különösen fennáll a közlekedési rendszerek esetében. Ezért a közlekedés fejlesztése szempontjából a számítógépek fejlődése nagy jelentőségű.

A közlekedésre, mint bonyolult rendszerre háruló feladatok nagysága, minősége térbeni és időbeni eloszlása szakadatlanul változik. Ilyen rendszer különösen igényli a külső körülmények, a rendszer környezetének változásaira adandó reakciók vezetését, irányítását, röviden: kibernetizálását. Ezért a tekintetben, hogy a kibernetikai módszerek fontosak, alkalmasak és szükségesek a közlekedés egy vagy néhány szempontból való vizsgálatára, többé-kevésbé sikerült hamar egyetértésre jutni. Nem véletlen tehát, hanem objektív szükségszerűség, hogy a kibernetika alkalmazásában a közlekedés úttörő szerepet játszott és ez idő szerint is élen jár.

A közlekedésnek a kibernetikával szemben támasztott igényei nagyok. Különösen érvényes ez a megállapítás a közlekedési üzem operatív irányítására. Ehhez ugyanis a hosszabb időtávlatú tervezéshez szükséges lényegében valamennyi operációkutatási modell és eljárás, operatív körülmények közötti gyors alkalmazása kívánatos, ami már nagyrészt automatikus adatszolgáltatást, közvetlen (off-line) információ-átvitelt, azonnali (real time) számító-

gépes feldolgozást követel meg. A probléma ilyen mértékű megoldása felé egy-egy vasút már számottevő lépéseket tett.

Nem kisebbek a követelmények a kibernetikával szemben az ember-gép rendszerek szubjektív oldalán sem. A kibernetika a közlekedés számára — fejlettségünk jelen fokán — azért is nagy jelentőségű, mert — az ugyancsak szemléletmód alakítás szempontjából fontos információ-elméletre alapozva, — sajátos módon fogja fel és oldja meg a problémákat.

A kibernetikai szemlélet alapja, hogy a feladatot, a problémát egészen az optimális megvalósításig végig gondolja és ezt a folyamatot az optimum elérése érdekében tudatosan befolyásolja, irányítja.

Mivel a közlekedési rendszerek kiterjedtek, a természeti tényezők hatásának kitettek, zavarokra hajlamosak és nagyon érzékenyek, az emberi irányító tényező szerepe különösen fontos. Ezért a kibernetika alkalmazásának határt szab a folyamatokban levő számos és sokféle emberi tevékenység. Hogy az emberi személyiség, viselkedés-alakítás és tevékenység sajátos törvényszerűségeit, — amelyeket az ember szociális és biológiai jellegzetességei determinálnak, — adekvátan lehessen az operációkutatás eszközeivel vizsgálni és kibernetikai módszerekkel megoldani, ahhoz azonban még ezek további fejlesztése szükséges. Innen adódik a számítógépek ama kibontakozóban levő fejlődési irányzatának különös fontossága, amely a biológiának az agyfunkciók tanulmányozása alapján készített modelljeit felhasználva, a bonyolult memória-kapcsolatok, a tanuló és alkotó gépek kialakítása irányában történik.

A vázolt megállapítások az élenjáró világszínvonalra vonatkoznak. Hazai közlekedésünk területén elsősorban a szemléletmód, másodsorban a szubjektív tényezők fejlesztése, harmadsorban az objektív feltételek biztosítása terén vannak nagy feladatok. Ezért a közlekedési kutatóknak és vezetőknak azokat a konkrét, adaptálandó és fejlesztendő eljárásokat kell kidolgozniok, amelyek a vázolt alapokon hasznosíthatók, széles körben fokozatosan, de a lehetséges mértékig általánosan gyakorlatba ültethetők.

## IRODALOM

- BRADY, A. R.: Tudományos forradalom a termelésben. Közgazd. és Jogi Könyvkiadó, Budapest 1966.
- PETROV, A.: A közlekedés fejlesztésének alapvető tudományos problémái (*Vesznyik VNII Zseleznodorozsnovo Transzporta*, 1966. 3. sz.)
- SZIMONOV, K. Sz.: Tudomány és Közlekedés (*Zseleznodorozsnüj Transzport*, 1966. aug.)
- HALL, A. D.: A Methodology for Systems Engineering. Princeton 1962.
- KGM. Dok. O.: Szemletanulmányok, 1967. 7. sz. Rendszertechika
- Az atomkor enciklopédiája I—II. kötet. Gondolat Kiadó, Budapest 1967.
- BÓNA E.: A műszaki tudományok tudomány-rendszerezési kérdései. *Felsőokt. Szemle*, 1968. 2. sz.
- BÓNA E.: Vázlatkép a kémia mai határterületeiről, *M. Tudomány*, 1968. 3. sz.



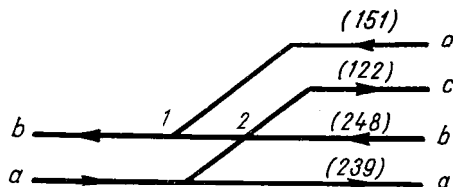
**Scientific Bases of Physical and Technical Character of the New Trends of Transport Development.** In our days, application of the scientific results in the field of production, or more exactly, in the field of transport, falls behind the rapid development of the basic and technical sciences. However, in order to correctly establish the longrange conceptions and long-range plans based upon these latter, serving to recover this delay in application of the new scientific results, those results achieved and to be achieved in the field of physics, chemical sciences, biology, mathematics, etc., should be known which may be significant from the viewpoint of transport. Requirements having been raised against the basic and technical sciences by the transport, have also to be taken into account. The paper, considering the transport as a complex system, within which the material, energy and informations are streaming, details the development and potentialities of utilization in the field of transport, of techniques, energetics, cybernetics (information theory, theory of control, operational research, system technique).

**Naturwissenschaftliche und technisch-wissenschaftliche Grundlagen der neuen Entwicklungsrichtungen des Verkehrs.** Die praktische Anwendung der erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse auf dem Gebiet der Produktion, oder genauer, auf dem Gebiet des Verkehrs, bleibt zurück hinter der schnelle Entwicklung der grundlegenden und technischen Wissenschaften. Um diese Verzögerung einzuholen, müssen perspektivische Entwicklungskonzeptionen und aufgrund derselben perspektivische Entwicklungspläne ausgearbeitet werden, zur deren Begründung die auf dem Gebiet der Physik, Chemie, Biologie, Mathematik, usw. schon erreichten und nur noch hiernach erreichbaren Ergebnisse erkannt werden müssen, die von dem Gesichtspunkt des Verkehrs aus wichtig sein können. Die Anforderungen, die der Verkehr gegenüber den grundlegenden und technischen Wissenschaften erhebt, müssen auch in Betracht gezogen werden. Der Verfasser betrachtet den Verkehr als ein verwickeltes System, innerhalb dessen eine Strömung von Materialien, Energie und Informationen statt findet, und befaßt sich eingehend mit der Entwicklung und Ausnutzungsmöglichkeiten der Technik, Energetik und Kibernetik (Informationstheorie, Regelungstheorie, Operationsforschung, Systemtechnik) auf dem Gebiet des Verkehrs.

ERTL RÓBERT:

A tanulmány átfogó, nagytávlatú tudományos szinten mutatott rá a közlekedés és ezen belül a vasúti üzem jelenségeinek *sztohasztikus* voltára. Az alábbiak egy gyakorlati fontosságú vasúti részletprobléma felvázolása útján a *sztohasztikus* jelenségek, a véletlenszerű közlekedés káros hatásai csökkentésének — esetleg kiküszöbölésének — lehetőségeit röviden kívánják bemutatni.

Nézzük meg, hogy egy kétvágányú vasúti pályából kiágazó két vágány (csomóponti állomásokon gyakori) hálózatán, teljesen véletlenszerű vonatközlekedés esetén, mennyi a valószínű akadályoztatások száma. Az ábrán látható, hogy a vágányhálózaton két akadályozó pont van, az 1 jelű, a kijáratú beágazás, és a 2 jelű a keresztezés, vágányátszelés. Ha  $T$  időegység alatt a  $b-b$  vágány  $n_1$ , az  $a-c$  vágányúton  $n_2$  vonat közlekedik és a  $b-b$  irányban a keresztezés foglaltsági ideje átlag  $f_{b-b}$  valamint az  $a-c$  irányban átlag  $f_{a-c}$ , akkor mindkét vágányon a vonatok összes valószínű akadályoztatása



1. ábra

$$A = \frac{n_1 \cdot n_2 (f_{b-b} + f_{a-c})}{T}$$

Hasonlóan alakul az 1 jelű beágazáson a valószínű akadályoztatások száma is.

G. POTTHOFF drezdai professzor közlése nyomán egy valóságos megfigyelés adatai a következők voltak. Az ábrán zárójelben foglalt számok a  $T = 7980$  perc megfigyelési idő alatt közlekedett vonatok számát jelentik. A megfigyelés szerint  $f_{a-b}$  a 2 ponton 2,6 perc, az 1 ponton 5,3 perc (a térközhatárig),  $f_{a-c}$  4,3 perc és  $f_{b-d}$  9 perc (induló vonat ideje a térközhatárig). Az erre vonatkozó valószínűségszámítás és a valóságos megfigyelés adatait az alábbi táblázat foglalja össze.

Akadályoztatások száma:

Az akadályoztatások helye	1 beágazás	2 keresztezés
A megállapítás módja		
A valószínűségszámítás szerint	67	26
A valóságos megfigyelés szerint	41	14

A közel egy hétig tartó megfigyelés szerint tehát lényegesen kevesebb volt az akadályoztatások száma, mint ahogyan azt a valószínűségszámítás alapján várni lehetett volna. Ennek az volt az oka, hogy a vonatok részben menetrendszerűen, tehát nem véletlenszerűen közlekedtek. A példában a  $b-b$  vágányon 75%-ban, az  $a-c$  vágányúton 22%-ban és a  $b-d$  vágányúton 38%-ban volt menetrendszerű a közlekedés. Abban a szélsőséges esetben, amikor minden vonatot, tehát a tehervonatot is, pontosan menetrendszerűen közlekednének, akadályoztatások egyáltalán nem fordulnának elő (a menetrend ugyanis így készül).

Az akadályoztatások száma ténylegesen valahol a teljes menetrendszerűség és a teljes menetrendkívüliség között várható. A valószínűségszámítás értékei nem az üzemi eredményeket szolgáltatják, hanem csak utalnak az akadályozó pontok súlyos vagy kevésbé súlyos voltára.

Az 1 jelű beágazás mintegy sorba rendezi a  $b$  és  $d$  vágányokról bal felé haladó vonatokat. Talán meglepő, hogy a 2 jelű keresztezés akadályozó hatása kisebb (a rövidebb zárási idők miatt), mint a beágazóé. Ebből az következik, hogy ha a beágazáson a forgalom lebonyolítható, akkor a keresztezés kapacitása is megfelelő. Ezt a hazai és külföldi (pl. svájci) tapasztalatok igazolják is. Növekvő forgalom esetén (a példában átlagosan napi 137 vonat közlekedett, ami kétvágányú pályán legfeljebb közepes nagyságú forgalom) az akadályoztatások, a vonatfeltartóztatások száma növekszik. Igen nagy forgalom mellett (napi 250–300 vonat) a keresztezés akadályozó hatása főleg abban jelentkezik, hogy az  $a-c$  irányban haladó vonatok közül sok a bejáratú jelző előtt feltartóztatva, az  $a-a$  irány forgalmát eltorlaszolja, mert a  $b-b$  irányban áthaladó vonatoknak előnyük van.

A vasutak a sztohasztikus jelenségek káros hatásait különböző eszközökkel igyekeznek kiküszöbölni. A fontosabbak ezek közül a 1) szervezési intézkedések pl. menetrendi fegyelem biztosítása, 2) üzemi intézkedések pl. nagy teljesítményű mozdonyok révén jó gyorsítóképesség biztosítása, a sebességek növelése, nagy befogadóképességű kocsik közlekedtetése (nagy teljesítményű mozdonyok és a nagy befogadóképességű kocsik közlekedtetésével az áruforgalom kevesebb tehervonattal bonyolítható le), jó menetrend felállítás, központi menetirányítás bevezetése stb., 3) építési munkákkal, ha a fenti eszközök az igen nagy forgalomra már elégtelenek, pl. többlet vágányok építése a vonalon és az állomásokon, igen nagy vagy különböző jellegű forgalom esetén (300–400 vonat naponként) vágányátemelés építése stb.

A vasút intézkedései arra irányulnak, hogy az üzemben mindenütt meglévő sztohasztikus jelenségek az üzem folyamatos lebonyolítását ne akadályozzák. A jó menetrend kiküszöböli a keletkező akadályoztatásokat. Ez sok esetben csak tartalékidők felhasználásával, egyes menettartamok megnyújtásával érhető el.

A korszerű üzemvezetésnek ismerni kell az összes sztohasztikus jelenségeket és tudnia kell, hogy milyen szervezési, üzemi és esetleg építési intézkedésekkel biztosíthatja a leggazdaságosabban az üzem zavartalanságát, illetve az akadályoztatásoknak még tűrhető mértékre való leszorítását.

#### HEGEDŰS GYULA:

Az alábbiak a közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos, alapjaira vonatkozó tanulmányhoz kapcsolódva a fejlesztés megvalósításának személyi előfeltételeivel: a megfelelő szemléletű és általános, valamint szakmai műveltség vonatkozásában is megfelelő összetételű személyi állomány biztosításával foglalkoznak.

A tanulmány szerint a tudomány általános haladása a jelen időszakban megelőzi a termelését, illetőleg a tudományon belül az alaptudományok fejlődése a termelés irányában közvetítő szerepet betöltő alkalmazott tudományokét. Ez a megállapítás érvényes és helytálló a közlekedés, a közlekedéstudományok vonatkozásában is. Ez elsősorban abban nyilvánul meg, hogy az alaptudományok számos új eredményének hasznosítása a közlekedés fejlesztésében és a közlekedés mindennapos tevékenységében még megoldatlan, még várat magára. Ezek a közlekedéstudomány művelői, a közlekedés szakértői számára jelentenek vitathatatlanul feladatokat.

Végeredményben tehát közlekedésünk fejlesztésének, tevékenysége társadalmi hasznossága növelésének előfeltétele, hogy ennek irányítására és végrehajtására modern szemléletű korszerű műveltségű, az összefüggéseket jól érzékelő, nemcsak egyes műveletelemeket, hanem egész folyamatokat áttekinteni képes személyi gárda álljon rendelkezésre.

Valóban, közlekedési kutató, szakértő és vezetőgárdánk szemléletmódjának és képzettségének állandó korszerűsítése, továbbá a mai kutatók, szakértők és vezetők megfelelő utánpótlásának biztosítása, a jó kiképzés biztosítása alapvetően fontos feladatunk.

A közoktatás és a szakemberképzés továbbfejlesztése — a rohamos tudományos fejlődés és a tudományok integrálódása következtében — általános vonatkozásban világprobléma. A hazai helyzetet és a reform elgondolásokat ismertnek tekintjük, ezért itt csupán a meglévő vagy várható nehézségekre kívánjuk felhívni a figyelmet.

a) A jelenleg működő vezetők és szakértők — kevés kivétellel — bevallva vagy be nem vallva, nehézséggel küzdenek mind az alaptudományok, mind pedig az alkalmazott tudományok vonatkozásában a legújabb ismeretek használatában. Nem tanulták ugyanis ezeket annak idején, az egyéni elsajátításra pedig — hosszabb tanulási szünet után, erős elfoglaltság mellett és igen sok az új ismeret is — kevés ember képes. Ez az oka a több helyütt meglévő kissé konzervatív szemléletnek, a kvantitatív értékelésen alapuló optimalizálás nem kielégítő térhódításának. Ezt a problémát a mérnök továbbképzés, a közgazdász továbbképzés, vagy a szakmérnök képzés csak kis részben oldja meg. A kérdés kellemetlen, terhes vonatkozásai miatt általában kényes személyi téma. Egyéni és társadalmi szempontból vett negatív hatása azonban kétségtelen, ugyanis nagy létszámú, és az irányítás-fejlesztés vonatkozásában még viszonylag hosszú ideig döntő fontosságú kört érint. A kérdéssel való figyelmes, körültekintő foglalkozás nem mulasztható el.

b) Műszaki felsőoktatásunkban is van hiba a korszerű szemlélet vonatkozásában. A műegyetemi oktatásban a hagyományos mérnök-képzés területén nőtt a közgazdasági jellegű ismeretközlés, előtérbe lépett az elméleti és gyakorlati oktatás összekapcsolása, de nem kielégítő mértékben, és az oktatók körében a közgazdasági ismeretek oktatásának fontosságát nem ismerik el eléggé. A közlekedés bonyolult folyamatainak szabályozására, szervezésére alkalmas mérnökök képzésére hivatott Közlekedésmérnöki Kar — néha úgy tűnik: igazolt eredményes működése és elismert oktatókara dacára — talán még most sem nyerte el a hagyományos karok oktatóinak igaz belső elismerését.

c) Az egyetemi oktatás és a felsőfokú technikai oktatás nemcsak tartalmában kíván felülvizsgálatot és korszerűsítést, hanem pedagógiai szempontból is. A tartalmi korszerűsítést a tanszékek általában nagy gondal és előrelátással megoldják, illetőleg a szükséges lépéseket ennek érdekében — az ipari kapcsolatokat jól hasznosítva — megteszik. Nehézségek általában nem ezen a területen vannak, hanem az oktatás terjedelme, az elsajátítandó anyag mennyisége vonatkozásában. Ma ugyanis tanítunk, előadunk a műegyetemen, a felsőfokú technikumokban, de olyan nagy időt foglalunk le ezzel, hogy a hallgatók egyéni tanulása számára nem marad idő. Amellett, hogy az egyetemi oktatásban erősebb, a felsőfokú technikai oktatásban ennél valamivel kisebb mérvű, de szilárd talajt biztosító elméleti alapozást és arra épülő szakmai tájékoztatást kell nyújtánunk, — tudnunk kell, hogy a jelenleginél jobban megválasztott kevesebb ismeretanyag több lesz, illetve több lehet az elsajátíthatóság és a hasznosíthatóság szempontjából. Ez a hallgatók körében is feszültséget okozó probléma.

d) Műszaki felsőoktatásunk egyébként struktúráját tekintve is, átalakulóban van. A felsőfokú technikumok főiskolákká alakulnak át, a főiskolák helyét, helyzetét és oktatási koncepcióját azonban erősen érintik a kétfokozatú mérnök-képzésre vonatkozó elképzelések. Ez idő szerint ez olyan fejlődési folyamatnak tekinthető, amelyen belül nagy számban vannak zavaró ellenáramlatok is. Oktatáspolitikai és személyi bizonytalanság érzése is zavarja az érdekelteket, nem is beszélve olyan sajátos problémáról, mint amilyen a győri főiskola létesítése a Budapesti Műszaki Egyetem érintett karai és a Közlekedés- és postaügyi minisztérium érintett felsőfokú technikumai szempontjából.

e) A közlekedés fejlesztésének, a közlekedés társadalmi hatékonysága növelésének személyi vonatkozásai nem korlátozhatók a felsőfokon képzett szakemberekre. Egy ország, egy népgazdaság fejlődésének eszköze is és célja is a minél magasabb általános kultúr színvonal; a műszaki és a közgazdasági kultúra elterjedtsége pedig közvetlenül hatással van a termelés

és a tudomány fejlődésére. Éppen ezért megfelelő fontosságot kell tulajdonítani az alsó- és a középszintű oktatás korszerűsítésének, az alsó- és a középszinten dolgozók továbbképzésének és szemléletük modernizálásának. Csupán így válhatnak az ebben a körben dolgozók igazán segítőtársaivá a tudományok művelőinek, a fejlesztési koncepciók kialakítóinak. Ezzel kapcsolatban ugyanis nem árt ismételni azt az ismert tételt, hogy valamilyen új elgondolás realizálásához gyakran több erő kell, mint az elgondolás kialakításához. A realizálás pedig igazán széles körű együttműködést, nagy személyi bázist igényel.

f) Végezetül a tudományos és műszaki fejlesztés — a munkaerőgazdálkodás — és az oktatás, szakképzés összetettségéről kell megemlékezni. Nem csak nyilvánvaló összefüggés van közöttük, hanem azonosság is azon jellemzőjüket tekintve, hogy mindegyik távlatos szemléletet, hosszabb időtartamra terjedő stabil szabályozást kíván.

Ez olyan sokváltozós függvénynek tekinthető, melynél az itt említendő képzési feladatot, oktatási célkitűzést nemcsak a mindenkor lehetséges demográfiai és munkaerőhelyzet, hanem a műszaki fejlesztés és a termelési feladatok nagysága és szerkezete is befolyásolja. Az összefüggések feltárhatók az adott helyzetre vonatkozóan, és figyelembe vehetők más országok arányai is; olyan országoké, amelyek a fejlődés és a fejlettség magasabb fokán állnak. Induktív és deduktív módszerek is használatosak ilyen vizsgálatoknál, továbbá ezek kombinációi is. — A hazai szakemberszükséglet felméréseivel kapcsolatos viták mutatják azonban, hogy a részleteiben, szűkebb ágazatokra vonatkozóan is megnyugtató vizsgálatok végzése és elfogadható megállapítások kidolgozása nem könnyű.

A közlekedés — népgazdasági szinten tekintve — számos irányban támaszt igényt felső, közép és alsó szinten képzett szakemberekre. Ezek egymás közti arányai tekintetében is vannak szükségszerű összefüggések. Kívánatos, hogy a közlekedés és a közlekedéstudomány fejlődését a megfelelően tisztázott elvek alapján és módszerekkel kidolgozott szakemberképzési terv is alátámassza.

#### SZIDAROV SZKY JÁNOS:

A közlekedés túl bonyolult jelenség, feladatainak megoldásánál absztrahálni kell. Így a vizsgálatot egy modellen végzik, ami sok esetben matematikai modell.

A közlekedési modellek nagy része diszkrét elemekből álló sztohasztikus modell. Ezek megoldásánál nélkülözhetetlennek mondható a belső programvezérlésű elektronikus digitális számítógép alkalmazása.

A számítógép alkalmazását alapos kutatásnak kell megelőznie, ehhez előfeltétel a szakemberek megfelelő kiválasztása, kiképzése, a kérdésnek közép- és felsőfokú szakiskolákban való oktatása.

Tárgyuk szerint kutatni kell azokat a gazdasági, és műszaki kérdéseket, amelyek általában nem választhatók szét.

A gazdasági kérdések kutatása — általában — a struktúra feltárásánál tart, kevés használható modell áll rendelkezésre.

A műszaki kérdések körében — beleértve az üzemi feladatokat is — már sok modellt szerkesztettek meg, azokat már is hasznosítani lehet, de még igen sok tennivaló van az üzemi modellek kialakítása terén.

Rendszerint a modellek megalkotása után kell a számítási módszert kialakítani, vagy kiválasztani, majd az algoritmust és a programot előállítani, és ezután következik a számítás elvégzése — feltéve, ha a megfelelő kiinduló adatok rendelkezésre állanak. — A gazdasági- és üzemi modellek gépesítésekor legtöbbször itt jelentkezik a legnagyobb nehézség, mert az adatfelvétel, adatközlés és adatfeldolgozás nagy munkával és költséggel járó feladatot nem könnyű elvégezni.

A számítástechnika modern módszereinek és eszközeinek alkalmazása a közlekedés egyes ágazataira súlyos feladatokat ró. Nekik kell a kutató központokat megszervezniök, a megoldandó feladatokat kijelölniök, a számítóközpont igénybevételével a modelleket megalkotniök, az algoritmusokat megszerkeszteniök, a modellek, az algoritmusok és a programok egy részének engedélyezését, esetleg hatósági jóváhagyását elvégezniök, az ágazati programkönyvtárt és a nyilvántartást kidolgozniük.

Már a közeljövőben jelentkező legfontosabb feladatok:

A teljes hazai közlekedésre, mint egységes szervezetre vonatkozó kutatási és számítástechnikai vizsgálatok előkészítéseinek lehetőségeit meg kell teremteni, és a kutatásokat irányítani kell.

A hazai közlekedés, mint egységes szervezet hatékonyabb működését elősegítő kutatási témák, valamint a gépesítendő feladatok kijelölésének feltételeit meg kell teremteni, majd a kutatási és gépesítendő feladatokat meg kell határozni.

Meg kell oldani az adatfeldolgozás, az operációkutatási, a számítástechnikai és a számításgépesítési feladatokkal kapcsolatban az ágazatok közti koordinálást.

A hatósági jóváhagyásnál egységes eljárást és állásfoglalást kell kialakítani.

A programok kölcsönös cseréje érdekében ki kell dolgozni a programcserék végrehajtásának elveit és módjait.

A különböző szakiskolákban a gépesítéssel kapcsolatos szakmai oktatást meg kell indítani, biztosítani kell az egységes szakmai továbbképzést.

Meg kell oldani a gépesítés érdekében az információfelvétel, az információhordozás és az információátvitel egységesítését.

Meg kell szervezni az információhálózat kiépítésének előkészítését.

#### WESTSIK GYÖRGY:

Mint minden szervezetben, úgy a közlekedési szervezeteken belül is, ma előtérbe kerül az *irányítás tökéletesítése*. Ha figyelembe vesszük azt az adatot, amely szerint az utóbbi 100 év alatt az irányított rendszerek mintegy 1500%-os fejlődésével szemben az irányító rendszereké mindössze 60% volt, akkor ezt a tendenciát helyesnek és tárgyi alapokkal rendelkezőnek kell felfognunk. Megállapítható az is, hogy ugyanúgy, mint ahogy a műanyagok és a közlekedés anyag-energia rendszere tekintetében, az irányító rendszereknél is az a minőségi változás következett be, hogy nem „kialakítják”, hanem célratörően *megtervezik*, majd *realizálják* azokat. Ennek körülményeit, műszaki-tudományos eszközeit TURÁNYI István sokoldalúan világitotta meg tanulmányában. Érdemes azonban még egy kis időt szentelni az *ember szerepe megvilágításának* a műszaki-tudományos eszközökkel megvalósított közlekedésfejlesztés, különösen pedig a közlekedésirányítási információs rendszer fejlesztése oldaláról.

Az irányítórendszerek fejlődésének mai körülményeit — amint az a tanulmányból is kivehető volt — alapvetően jellemzi az információs automaták térhódítása a hozzájuk kapcsolódó tudományos diszciplínákkal együtt. Innen adódik, hogy a fejlesztés eme vonatkozásában a gondolkodásmód sokszor gépreorientált és sokszor mind a legfőbb célt, mind pedig a cél elérésében az emberi tényező szerepét szem elől tévesztik, ill. nem veszik kellő komolysággal.

Mindenekelőtt ismételnem ki kell emelni, hogy a korszerű irányítástechnika és a kapcsolatos tudományos alapok alkalmazása nem öncélú, a közlekedési szervezetekben sem. Ezzel kapcsolatban csak az lehet reális célkitűzésünk, hogy a közlekedés irányításának fejlesztésével az „embert” kívánjuk előnyösebb helyzetbe hozni, terhelésmentesíteni a fárasztó rutinmunkától és olyan gazdasági előnyöket biztosítani, amelyek révén egyre kedvezőbbé tehetők életkörülményei. E cél eléréséhez szükséges feltételek biztosításának folyamatában hajlamosak vagyunk az „embert” mint szereplőt még jobban alábecsülni, mint egyáltalán a célkitűzés során. Felesleges dolog lenne itt a kapcsolatos és már sokak előtt ismert képzési és egyéb problémákat ismételni. Helyettük olyan kérdésekre kell a figyelmet terelni, amelyek némelyike, bár kissé távolabbra mutat, de mindenképpen előbb-utóbb részletesebb elemzés körébe vonandó a közlekedés irányítása ill. az ehhez szükséges információs rendszer műszaki tudományos eszközökkel való fejlesztésének kellő színvonalú biztosítása szempontjából.

Rá kell mutatni arra, hogy a közlekedés-irányítás optimális információs rendszere megalkotásakor hogyan alkalmazható a rendszertervezés, az emberi illetőleg gépi összetevők objektív és helyes beiktatási helyének kijelölésére és hogy az emberek e téren betöltött egyre növekvő szerepe hogyan áll kölcsönkapcsolatban magával az információs rendszertervezéssel.

Ismeretes, hogy napjainkban a fejlett irányítási rendszerek elengedhetetlen segéd-eszköze, velejáráója a számítógép. A számítógépnek a közlekedési szervezetek irányítására történő bevonása azonban előzetesen több probléma tudományos szintű megoldását kívánja meg. E tekintetben néhány probléma megemlítése különösen fontos.

A nehézségek egy része abból fakad, hogy a *közlekedési szervezet hálózati struktúrájában és annak mozgásában eleve nagymennyiségű információ rejlik*, amit be kell vonni a technikai segéd-eszközökkel kiegészített ember-gépi közlekedési irányítórendszerbe. Az irányítórendszer időben változó módon, az irányítási módszer fejlettségének a függvényében több vagy kevesebb információt vesz fel az irányítása alatt levő közlekedési rendszerből. Bár a gépi információfeldolgozás hatékonyabb, *nem lehet cél sem az információfelvétel, átvitel, sem pedig a feldolgozás felesleges méretű kiterjesztése*.

A közlekedési irányítószervezetek információs rendszere része az egész közlekedési szervezetnek, következésképpen *kiterjedését és minőségét az egész közlekedési rendszerrel szemben támasztott hatékonysági követelmények szempontjából kell kezelni*. Lehetséges, hogy valamely közlekedési szervezeti szinten az egész rendszer hatékonyabb működése az információs rendszer kiterjedtségének növelésével oldható meg, de az is lehet, hogy éppen csak a szervezet információs rendszeri összetevője méreteinek csökkentése, de minőségének növelése hoz nagyobb eredményt. Az alternatívák eldöntése rendszertervezési munkálatok előzetes elvégzését igényli, a bonyolultság és sokrétűség miatt tudományos eszközök felhasználásával. A feladat rendkívül kiterjedt, s bár elvileg lehetséges általános modellt felállítani a megoldás folya-

matára, mégis azt kell mondani, hogy egyértelmű eredményt csak *adott* rendszer esetében lehet elérni.

Újszerű eszközök megjelenése mindig kísért annak nem kellő időben és célra, illetőleg helyen történő bevezetésére is. Ez a helyzet a bonyolult közlekedési rendszerek bonyolult irányításának nehéz áttekinthetősége miatt fokozottabb nehézséget okoz. Szükség van tehát valami objektív nézőpont keresésére. Kiindulásként alapvető belátni, hogy az irányítás szempontjából a fejlesztés érdekében bevonható műszaki-tudományos eszközök alkalmazásának korlátait a közlekedési információs rendszer illetőleg a vele szembeni követelmények szabják meg. Ez a megállapítás érvényes mind a műszaki-technikai eszközök, mind pedig a matematika fizika, biológia oldaláról. Az előbbi megállapításból viszont az következik, hogy a közlekedés irányítása esetében az említett eszközök fejlesztésre való bevonása objektív területének kijelölésekor az egész fejlesztési folyamat kiindulási alapját az objektív információ-szükségletek megállapítása jelenti.

Egy tárgyi közlekedési rendszer folyamatainak irányításához szükséges információk rendszerének meghatározása részben az eddigi tudományos eredmények adaptálását igényli, részben alkalmas az olyan új tudományos módszerek elérésére is, amelyek éppen a közlekedés rendkívüli kiterjedtsége és összetettsége, a benne részes elemek nagy száma és sokoldalú kölcsönfűggése miatt más — közlekedésen kívüli rendszerekben — nehezebben hozhatók felszínre.

Az objektív információszükségletnek felmérése után az *információs operációk legalkalmasabb algoritmusát* kell megállapítani. Ismerve a mai rendelkezésre álló technikai lehetőségeket, megállapíthatjuk, hogy azokat nem mint korlátozó tényezőket kell felfogni hanem úgy, mint amelyek más egyéb szempontok mellett ugyancsak eleve befolyásolják a feltárás módszerét. Más szóval az elemzést úgy kell megvalósítani, hogy ne zárja ki sem emberi sem gépi információs rendszeri összetevők alkalmazását, de ugyanakkor terjedjen ki minden olyan kérdés megválaszolására (pl. pontossági ill. teljesítményigény), amely objektív alapot szolgáltat a különféle lehetséges eszközök közül a célnak legmegfelelőbb kiválasztására.

Bár a közlekedés információs rendszerének korszerű fejlesztése maga is tudományos módszerek alkalmazását kívánja és sokszor csak tudományos szinten felkészítve üzemeltethető gépi eszközök bevonásával jár, egy pillanatra sem szabad elfelejteni, hogy nem az említett eszközök alkalmazása a cél, hanem az *irányításhoz objektíve szükséges információs rendszer gyakorlat-igényeket is kielégítő megalkotása a feladat.*

Az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy a leírt módon történő eljárás folyamán számtalanszor okoz problémát a kellő pontosságú illetőleg részletességű ismereteink hiánya magáról az irányított folyamatról. A közlekedést irányító információs rendszer tudományos szintű fejlesztése szempontjából az ismeretelméleti megfontolásoknak ilyen okból sokkal nagyobb jelentőséget kell tulajdonítanunk, mint azt eddig tettük.

Ha a közlekedési kibernetikát úgy fogjuk fel, mint alkalmazott kibernetikát, amely az emberi információs folyamatok technikai rekonstrukcióját tűzi célul, akkor nem elég azokkal a tudományos ismeretekkel rendelkezünk, amelyek a matematika, fizika számítástechnikai vonatkozásai miatt jelentősek, hanem az emberi tudattal kapcsolatosan szinte a filozófia szintjéig felnyúló tudományos ismeretek is egyre fontosabbá válnak. Ezt az állítást már az is elegendő mértékig alátámasztja, hogy a számítástechnikának a közlekedés irányítását végző információs rendszerbe való gyakorlati üzembeállítás előtt, a számítógépek automatákban végbe- menő információs folyamatokat csaknem teljességében előzetesen az emberi tudatban kell realizálni. A tanuló gépek jelentőségének alábecsülése nélkül azt kell mondanunk, hogy hazánkban erre a célra aligha lesz lehetséges az elkövetkezendő 1–2 évtizedben kiterjedt gépi algoritmusokat használni a közlekedésben.

Az információk elektronikus jelek formájában való hordozása illetőleg feldolgozása érdekes tükrözési problémát is felvet. A számítógépek megjelenése előtt az ember és az irányítása alá helyezett szervezet között közvetlen információs kapcsolat volt. Az említett eszközök bevonásával az a változás állott elő, hogy a tárgyi közlekedési folyamat közvetlen információkra támaszkodó megfigyelése és irányítása helyett egy áttételen vagyis a számítógépek automatában felhalmozott, elektronikusan rögzített, közvetett információkon keresztül jut kapcsolatba az irányítás emberi összetevője az eredeti közlekedési folyamattal. Ennek a jelenségnek egyrészt az egyszerűsítettebb tájékozódás, másrészt a folyamatok gyakorlati lebonyolódásától való bizonyos mértékű eltávolodás lesz a velejárója.

A nem kellő körültekintéssel felépített gépi információs rendszer esetén bekövetkezhet olyan *információs elhanyagolása*, amelyet a közvetlen formában irányító ember felvesz a közlekedéshálózati folyamatból, de ennek a felvételnél és nyilván a döntéskor történő figyelembevételének egyáltalán a megtörténtét sem tudjuk jelenlegi eszközeinkkel illetőleg módszereinkkel megállapítani. A lehetőség pozitív irányban való kihasználásához ismételten az információk rendszere helyes kialakítása szükséges.

Ennek a problémakörnek másik oldalát képviseli az a tény, hogy éppen az emberi tudatnak az objektív rendszerekről korábban felvett képei, ismeretei sokkal inkább megkötik a foganatosított fejlesztés irányát, mint amit előnyösnek lehetne mondani, például a számítástechnika hatékony alkalmazása szempontjából.

A legambíciózusabb személyt is megkötöti, hogy a felhasználás kezdeti szakaszában lévén, a korábbiakhoz képest még nem halmozhatta fel tudatában azokat a többletinformációkat, amelyek biztosítanák, hogy az említett technikából adódó lehetőségek teljes ismeretének oldaláról, ne pedig korábbi ismereteihez tapadva legyen képes az információs rendszerek tökéletesítésére.

Bármennyire is nagyok azok a lehetőségek, amelyeket a tudományos ismereteink mai szintjén sem tudunk még kiaknázni, mégis objektív az az igény, hogy az *alkalmazásnak mindig újabb és fejlettebb szempontjait keressük*. Ennek elmulasztásával nem fogjuk tudni a közlekedésen belül arra a szintre eljuttatni a tudományos eszközök alkalmazását, mint amely szint elérésére azok lényegüket tekintve alkalmasak lehetnek.

Az információknak a közlekedés fejlesztéséhez szükséges rendszere megállapítása után jelekben, ill. elemi operációkban mérve megállapíthatókká válnak az egyes *keresztmetszetekben szükséges teljesítmények*, a közlekedés térbeliségét is figyelembe véve. A méretezés általános elveinek figyelembevételével ezután a bonyolult rendszereknek megfelelő szinten kell a most már a közlekedés irányítása szempontjából ténylegesen reális igények kielégítéséhez hozzárendelni a *lehetséges emberi illetőleg gépi eszközöket*. Ebben a fázisban a tudományoknak a közlekedés fejlesztésébe történő bevonása nem jelentheti sem a korszerű információs eszközök alkalmazásának az objektív mértéken túlmenő előnyben részesítését, sem pedig a gépesített rendszereknek kimutatott tényleges előnyeik ellenére való háttérbentartását. A közlekedés információs rendszere fejlesztésekor a kellő időben való, pontos szabályozási lehetőségek elvi kidolgozása és ennek gyakorlati biztosítása egyértelművé teszi, hogy milyen feladatok megoldására, milyen pontossági, teljesítmény és döntési igények esetén, hol kell emberi illetőleg gépi összetevőről gondoskodni.

A továbbiakban még néhány mondatban kitérek a technikai információs rendszer realizálásának egyik határt szabó kérdésére. A fejlett, multiprogramozású, nagy tárolókapacitású, távadatfeldolgozós gépi információs rendszerek már mai formájukban is lehetőséget adnak igen sok feladat gépi megoldására. E feladatok géprevitele nagymértékben függ a feladat megoldását végző *gép programjától*. A digitális elektronikus számológépek programozhatóságuk rugalmasságáról ismertek. Ilyen szempontból elvben tehát lehetséges bármely közlekedési irányítási feladat megoldásának gépre programozása.

A gyakorlat oldaláról látnunk kell azonban, hogy a közlekedési folyamatok irányítása az egyre felsőbb irányítási szinteken egyre több változatosságot igényel, akár a célfüggvények paramétereinek, akár pedig valamely döntési algoritmus megválasztása szempontjából. Ilyen okból még a változtatható programú információs automatákat sem látszik célszerűnek egy bizonyos körön túlmenő feladat megoldására a későbbi távlatokban figyelembe venni, mert az irányítási rendszer rugalmasságából veszítene.

Bár távolról sem vagyunk a tudományoknak a közlekedési irányító rendszerek fejlesztésére való bevonása terén a kellő helyen, mégis a bonyolult rendszerek kialakítása miatt e téren már ma is felvetődik a célszerű alkalmazás határvonalának a problematikája.

Befejezésül utalni kell arra, hogy az említett problémakörök némelyike távolra mutat, de szükséges volt ezek legalább vázlatos megemlítése. Emellett hangsúlyozni kell azt a tényt is, hogy a közlekedési folyamatok irányításához szükséges információs rendszeri fejlesztés legtöbb eredménnyel kecsegtető fázisa a *közlekedési rendszerek és mozgásuk információinak gépi pontosságú tömörítése az irányító központban*. Ez pedig a közlekedési rendszerek és folyamatok kellő mélységű tükrözésének megoldását jelenti. Abban a helyzetben vagyunk, hogy e cél elérése tetemes tudományos ismeret bevonását és új, speciálisan a közlekedés talaján végzett alapkutató megvalósítást kívánja, amihez sem a személyi, sem az anyagi feltételeink egyelőre nem mondhatók kielégítőnek.

*A közlekedés irányítási információs rendszere tudományos eszközökkel való fejlesztésének tengelyében az ember áll*, aki tudatának formálása nélkül nem lesz képes helytállni az irányítás-technikával kapcsolatos műszaki tudományos eszközök kellő időben és mértékben történő felhasználásával járó munkák során. Ha ez bekövetkeznék a közlekedés területén, akkor az elmaradna ama népgazdasági ágakhoz képest, amelyek kellő helyre teszik az említett alapokat s időben hozzák létre a szükséges fejlesztés emberi és anyagi feltételeit. Mindez oda vezet, hogy a közlekedés éppen az irányító információs rendszere fejlesztésének elmaradásával akadályozza a népgazdaság más ágazatainak fejlődését. A közlekedés irányítási információs rendszere éppúgy beékelődik a népgazdasági folyamatokéba, mint alapfunkciója, vagyis a személyek és áruk helyváltoztatásának kellő színvonalú biztosítása.





# A KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉS ÚJ IRÁNYAINAK GAZDASÁGTUDOMÁNYI ALAPJAI

CZÉRE BÉLA

A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYOK DOKTORA

Szerző először a közlekedésgazdaságtan tudományrendszertani helyét vázolja a többi tudományok közt, bemutatja a közlekedésre vonatkozó gazdasági ismeretek történeti fejlődését és kifejti napjaink közlekedésgazdaságtanának problematikáját. A továbbiakban a közlekedésgazdaságtan legújabb fejlődési irányait elemzi, így a matematikai-statisztikai módszerek egyre fokozódó felhasználását (kitérve az ezzel összefüggő nehézségekre és veszélyekre is), a közlekedés mikro- és makrotartományaiban jelentkező, a technikai és gazdasági fejlődésből, a távlati tervezés igényeiből, a nemzetközi kapcsolatok bővüléséből adódó új igényeket és feladatokat fogalmazza meg. Befejezésül a közlekedéspolitika és közlekedésgazdaságtan legfontosabb összefüggéseivel, kölcsönhatásaival foglalkozik. A tanulmány kitér a magyarországi aktuális feladatokra is, amelyek az új gazdaságirányítási rendszer bevezetéséből és az Országgyűlés által is elfogadott közlekedéspolitikai koncepcióból következnek.

## I. Bevezetés

Néhány évtizeddel ezelőtt még a *természettudományok* és a *társadalomtudományok* közt áthidalhatatlannak látszó, éles határvonal húzódott. Ezeket a tudománysoport-komplexumokat nemcsak kutatásuk tárgya, hanem a kutatás módszerei, de legfőképpen az őket művelő szakemberek szemlélete, valamint az erre épülő oktatási intézmények gyakorlata, a szakmai nevelés tradíciói tartották távol egymástól.

A tudományok hatalmas területén bekövetkezett és szüntelenül gyorsuló fejlődés azonban olyan jelenségeket vetett felszínre, amelyek a természet- és társadalomtudományok olyanféle éles elkülönítését, mint amivel a régebbi tudományosztályozási kísérletek éltek, egyre inkább kétségessé tették. Egy sor tudománysoportban, amelyeket korábban vagy a természettudományokhoz, vagy a társadalomtudományokhoz soroltak, kifejlődtek a vizsgálódások olyan aspektusai, módszerei, amelyek a közös tárgyat a másik tudománysoport-komplexum jellegzetes módszereivel kezdték tanulmányozni. Pl. a klaszikus természeti-fizikai-földrajz mellett kifejlődött a társadalomtudományi jellegű gazdasági földrajz, a filozófia bölcsőjében kialakult klaszszikus lélektan mellett a kísérleti lélektan, amely a természettudományok eszközeit, módszereit alkalmazza stb.

Nagy változást hozott a tudományos szemléletben az alaptudományok — vagy egyesek szerint „elméleti” tudományok — mellett az ún. *alkalmazott*

*tudományok*, köztük is elsősorban a műszaki tudományok rohamos fejlődése. Az alkalmazott tudományoknak az az elhatároló sajátossága, hogy teleológikus karakterük van, a kutatásban határozott, éspedig gyakorlati célok: a természeti környezetbe és a társadalom életébe való beavatkozás céljai vezetik őket, új fejlődési irányokat alakított ki és hova-tovább feloldja a természet- és társadalomtudományok közti éles határvonalat.

Az alkalmazott tudományok ilyen áthidaló, határterületi szerepére éppen a modern *közlekedéstudományok* kifejlődése szolgáltat jó példát. A közlekedés szakterületén néhány évtizeddel ezelőtt, először még bátortalanul, tapogatódzva, később határozottan felmerült az az igény, hogy a vonatkozó tudományágakat egy komplex tudománycsoportba fogják össze. A Magyar Tudományos Akadémia úttörő szerepet vállalt ebben a fejlődésben, amikor tíz évvel ezelőtt elismerte az önálló tudománycsoportot alkotó „közlekedéstudományok” létezését, és ennek gyakorlati konzekvenciáit is levonta, főként a tudományos minősítések vonatkozásában.

A közlekedéstudományok — és más, karakterüket tekintve hasonló tudománycsoportok — „*komplex*” jelzője arra utal, hogy keretükben több olyan tudományos ágazat kapott helyet, amelyek korábban más, jellegükben eltérő tudománycsoport-komplexumok talaján fejlődtek ki, de az idők folyamán egyre közelebb kerültek egymáshoz kutatásuk közös tárgya — esetünkben a közlekedés problematikájában.

Anélkül, hogy a közlekedéstudományok belső rendszerének problémáját teljes szélességében felvetnénk, csak utalunk arra hogy ma már többé-kevésbé elfogadott nézetek alapján ide tartozónak tekintjük a közlekedéstechnikát, a közlekedés üzemtanát, a közlekedésgazdaságtant, a közlekedési jogot, a közlekedéstörténetet, a közlekedési földrajzot, sőt vannak megalapozott igények egy viszonylag önálló „közlekedésélettan” tudományának elismertetésére is. Ezekre a tudományokra — eltérő genetikai adottságaik, módszertani sajátosságaik ellenére — az a jellemző, hogy mindannyian a *közlekedés* jelenségeit tanulmányozzák, anélkül azonban, hogy ezáltal elszakadnának a maguk alaptudományától, így pl. a közlekedésgazdaságtan a gazdasági tudományoktól, ezeken belül is főképpen a politikai gazdaságtantól. Ez óhatatlanul bonyolult tudományrendszertani problémákat vet fel, a korábbi, egyszerűnek és világosnak látszó, de a fejlődés valóságos tényei által megcáfolt osztályozási sémák elvetését teszi szükségessé és a *határterületeken* keletkező új tudományok elismerését kívánja.

Csak a közlekedéstudományok területén maradva, a következő főbb *relációkra* lehet rámutatni:

— Létezik — helyesebben kifejlődőben van — a közlekedéstudományoknak olyan központi tudománya — nevezhetjük „*közlekedéstan*”-nak — amely a közlekedés mozgási, áramlási jelenségeit és a hozzá kapcsolódó problémákat, így a közlekedéspolitikai tudományos vonatkozásait is a legáltalá-

nosabban tanulmányozza. Arra törekszik, hogy a természet és a társadalom sajátos mozgásformái (ENGELS) közt — amelyeket más-más tudományok tanulmányoznak — a közlekedésben megvalósuló mozgásformát, annak tulajdonságait, törvényszerűségeit feltárja. Anélkül, hogy a közlekedéstan problematikáját itt részleteznénk, nyilvánvaló, hogy ennek a tudománynak — vagy a TURÁNYI I. által felvetett gondolathoz kapcsolódva: egy általános közlekedési modell kidolgozásának — a közlekedéstudományok összes többi tudományai közt uralkodó szerepe van, és hogy szoros kapcsolatban is áll ezekkel.

— A közlekedéstudományok *műszaki, üzemi, gazdasági, jogi és egyéb* tudományai, amellet, hogy a vizsgálódásuk közös tárgya körül egyre jobban integrálódnak (s ez teszi jogossá a „közlekedéstudományok” önálló létének elismerését), szerves részei maradnak saját alaptudományaiknak is. E tekintetben tehát *kettős osztályozásra* tarthatnak igényt, mint arra a közlekedésgazdaságtan példáján keresztül fentebb már utaltunk.

— A „közlekedés” szó lényegében csak egy gyűjtőfogalma a valóságban különféle eszközökkel és sajátosságokkal az emberi társadalom által megvalósított helyváltoztatási mozgásfolyamatoknak. Teljesen jogosnak kell tehát elfogadni a fejlődésnek azt a gyakorlat által követett útját is, hogy a közlekedéstudományokon belül az adott — de a fejlődés során változó műszaki-gazdasági és üzemi specifikumok által körülhatárolható — *közlekedési ágazatokat* viszonylag önálló tudományok, így pl. a „vasúti közlekedés tudománya”, a „légiközlekedés tudománya” stb. keretében tanulmányozzák. Ebből következik: a kutatás tárgyának a leszűkítése egy-egy közlekedési ágazatra magával hozza, hogy a közlekedéstechnika körébe viszonylagosan elkülönül a pl. vasúti technika, a közlekedési üzemtanban a vasúti üzemtan, stb. és a közlekedésgazdaságtan területén is bizonyos önállósággal jelentkezik pl. a vasútgazdaságtan, a közúti közlekedés gazdaságtana stb.

— Az elmondottakkal azonban a közlekedéstudományok művelésének kombinációs lehetőségei még koránt sincsenek kimerítve. Egy-egy közlekedési tudomány tudományos ágazatokból — a *diszciplínákból* — tevődik össze. Ezek a diszciplínák ugyancsak sajátos karakterűek, viszonylagos önállóságukat ez indokolja. Pl. a közlekedésgazdaságtan egyik diszciplínájának tekinthető a közlekedési önköltségszámítás, amelynek általános közlekedési problematikája, de közlekedési ágazati problematikája is van. Így azután pl. a vasúti önköltségszámítás tudományos ismeretanyaga része a közlekedési önköltségszámítás diszciplínájának, utóbbi pedig a közlekedésgazdaságtannak. De — közlekedési ágazati felosztásban — a vasúti önköltségszámítás része a vasútgazdaságtannak, utóbbi pedig a vasúti közlekedés tudományának is.

Mindebből arra a következtetésre kell jutni, hogy a közlekedéstudományok — még inkább az összes tudományok — rendszertani bemutatása

a kapcsolatok és kölcsönhatások bonyolultsága miatt, az eddigieknél valószínűbben csak valamiféle *háromdimenziós modell* segítségével volna megoldható, amelynek kidolgozását azonban még nélkülözzük.

### 5. A közlekedés, mint gazdaságtudományi probléma

A továbbiakban vizsgálódásainkat a közlekedés gazdaságtudomány-problémáira koncentrálva, mindenekelőtt néhány fejlődéstörténeti megállapítást tehetünk.

Nem kétséges, hogy a közlekedésre vonatkozó, többé-kevésbé rendszerezett ismeretek — így a gazdasági jellegű ismeretek is — egyidősek magával a közlekedéssel. Nyomait már az ókori népeknél is megtaláljuk. A közlekedés gazdasági problémái később helyet kaptak a merkantilisták munkáiban, a XV.—XVII., században, majd egyre tudatosabban a klasszikus polgári közgazdaságtan művelőinek tanaiban, a XVIII. és XIX. században, az ipari forradalom kibontakozása, a közlekedési forradalom elindulása idején. Inspirálójuk az a hatalmas befolyás volt, amelyet a modern közlekedés a tőkés gazdaság rohamos kifejlődésében betöltött. A polgári közgazdaságtan — SMITH Ádámtól LIST Frigyesig — éppúgy figyelmet szentel a közlekedés gazdasági kérdéseinek, mint MARX Károly, a proletár politikai gazdaságtan megteremtője. A közlekedés gazdasági kérdéseinek önálló tudomány keretében való művelése azonban csak a XIX. század második felében, a XX. század elején bontakozik ki, döntően a gőzüzemű vasút térhódítása és szerepének a gazdasági életben való erőteljes növekedése nyomán (SAX Emil és mások).

Ha elfogadjuk azt a tételt, hogy a tudomány az igazolt és rendszerbe foglalt ismeretek összessége, illetőleg az ezen ismeretek megszerzésére irányuló kutató munka; továbbá, hogy nem minden szakismeret tudomány, hanem csak az, ami elérte a tudományos igazoltságnak, általánosításnak és rendszerességnek azt a fokát, amelyet az adott korban általában minden tudományterületen megkövetlünk, akkor a *közlekedésgazdaságtannak*, mint viszonylag önálló tudománynak megszületését mintegy 100 évvel ezelőttre tehetjük.

A XX. században a közlekedés mind műszakilag, mind üzemi, gazdasági és jogi vonatkozásban bonyolult, sokrétű tevékenységgé vált. A közlekedéstechnika a legutóbbi évtizedekben igen differenciált műszaki megoldásokat hozott a közlekedési és szállítási szükségletek kielégítésére, amelyek tág lehetőségeket adnak a kombinált szállításokra, valamint a közlekedési ágazatok és a kombinációs szállítási módok egymással való szubsztitúciójára is.

Ez a közlekedésgazdaságtan problematikáját is rendkívül megnövelte, mind a közlekedésüzemi folyamatok, teljesítmények gazdasági leképezése,

értékelése, mind pedig a közlekedési ágazatok gazdasági összehasonlítása, valamint a közlekedés és a népgazdaság kapcsolatainak feltárása vonatkozásában, — miként arra a későbbiekben még visszatérünk.

Napjainkban a közlekedésgazdaságtan szerepét elsősorban a többi tudományok közt elfoglalt helyzete szerint ítélnéjük meg.

Mint az előzőekben már röviden utaltunk rá, a közlekedésgazdaságtan — kettős osztályozással — része a gazdaságtudományoknak, de szerves része a közlekedéstudományoknak is.

A *gazdaságtudományok* oldaláról nézve, a közlekedésgazdaságtan ún. *ágazati gazdaságtan*, hasonlóan azokhoz a gazdaságtudományi ágazatokhoz, amelyek a népgazdaság valamely ágában a termelés gazdasági problémáival foglalkoznak (pl. az ipargazdaságtan, az agrárgazdaságtan stb.), vagy amelyek egy-egy jellegzetes gazdasági funkció tanát ölelik fel (pl. árelmélet, pénzügytan stb.). Ezek az ágazati gazdaságtanok a gazdaságtudományok már önállósult — vagy az önállósulás útján levő — diszciplinái és nem részei a politikai gazdaságtannak. Velük szemben a *politikai gazdaságtan* a gazdasági tudományok alaptudománya: a többi gazdaságtudományi ágazatok ennek uralma alatt állnak és törvényszerűségeit alkalmazzák a népgazdaság egy-egy ágazatában, a termelőtevékenység, a gazdálkodás egy-egy szektorában.

Igen lényeges azonban, hogy a közlekedésgazdaságtan — mint ágazati gazdaságtan — noha a politikai gazdaságtan objektív törvényeit alkalmazza a közlekedés területén, az alkalmazás mikénti módja és a közlekedés gazdasági befolyásolása terén *önálló törvényszerűségeket* tár fel és ezek teszik sajátos, más gazdasági tudományoktól eltérő tartalmát. A közlekedésgazdaságtan önállósága tehát egyfelől abból a tényből folyik, hogy maga a közlekedés, annak termelő tevékenysége, továbbá a termékeinek „elfogyasztása” — ismeretesen — egyedülálló sajátosságokat mutat más népgazdasági ágakhoz képest, másfelől — éppen ezek miatt — a politikai gazdaságtan általános törvényszerűségeinek a közlekedés területén való mikénti alkalmazása is sok tekintetben specifikus.

A közlekedésgazdaságtan (más ágazati gazdaságtanokkal együtt), azáltal, hogy a termelési-gazdasági viszonyokat egy meghatározott területen tanulmányozza, és itt sajátos összefüggéseket tár fel, visszahat alaptudománya: a politikai gazdaságtan fejlődésére is, és ezzel gazdagítja, finomítja annak tételeit. Megjegyezzük, hogy ez a folyamat nemcsak a gazdasági tudományok területén megy végbe, hanem általánosan érvényes az összes alkalmazott tudományok és alaptudományaik viszonylatában és döntő szerepe van abban, hogy az elmélet és gyakorlat napjainkban olyan közel került egymáshoz.

A közlekedésgazdaságtant, mint a *közlekedéstudományok* részét, egyik tudományát ma főként az jellemzi, hogy szorosan kapcsolódik a *termelés műszaki, technológiai alapjaihoz, üzemi folyamataihoz*. E tekintetben ugyancsak nem áll egyedül, hasonló fejlődést mutatnak a többi ágazati gazdaságtanok,

az ipargazdaságtan, az agrárgazdaságtan stb. is. Érdeemes ezt a fejlődési folyamatot kissé részletesebben szemügyre venni.

A gazdaságosságra való törekvés a közlekedésben — egészen általánosan nézve — a legrégebb időktől kezdve fennáll. Ennek a törekvésnek tudatossága, intenzitása és főleg tudományos megalapozottsága azonban a mi évszázadunk sajátja. Összefüggésben van ez azzal az általános természettudományi és műszaki tudományi fejlődéssel, amely lehetővé tette a járművek és egyéb közlekedési berendezések, létesítmények széles skálájú megalkotását. Eljutottunk odáig, hogy a gépszerkesztők számára szinte nincs lehetetlen feladat. A kérdés hova-tovább nem az, hogy lehet-e, hanem az hogy érdeemes-e? E tekintetben pedig az esetek többségében a gazdasági szempontok a döntőek. Hasonló követelmények támadtak — a közlekedési üzemtan kifejlődésével párhuzamosan — nemcsak egyes gépek, berendezések megalkotásával, de a forgalom lebonyolítási módjával, a közlekedési technológiákkal szemben is, amelyeknek részletes, differenciált vizsgálata először a vasútnál fejlődött ki, de ma már valamennyi közlekedési ágazatnál meghonosodott. A fejlődésnek ez az iránya váltotta ki az egyre fokozódó érdeklődést a műszaki szakemberek körében a gazdasági kérdések iránt, ami pl. a mi hazai műszaki felsőoktatásunk ez irányú fejlődésében is tükröződik. Hasonlóképpen vannak eredmények a tekintetben, hogy a közgazdászok képzésében is helyet kapjon a közlekedés műszaki-technológiai alapjainak megismerése.

Előállott az a helyzet, hogy a közlekedésgazdaságtan sikeres művelése nem képzelhető el a közlekedésben, illetőleg egyes ágazataiban használt állóalapok és az ezek segítségével lebonyolódó termelési, üzemi folyamatok műszaki és szervezési sajátosságainak beható ismerete nélkül. „Aki elszakítja a közlekedés gazdaságtanát a szervezési és technológiai kérdésektől, az absztrakt sémákhoz jut, terméketlen elméletekbe esik és képtelen azt a tudományt a gyakorlat céljaira felhasználni” (T. HАCСАRУROV). A műszaki-üzemi alapok beható ismeretének birtokában végzett igényes gazdasági elemzések viszont rendkívül termékenyek lehetnek, visszahatnak a konstrukciós és technológiai munkára, — mint azt a közlekedésben is számtalan pozitív példa bizonyítja.

Ily módon korunkban — a komplex közlekedéstudományok keretében — a közlekedésgazdaságtan rendkívül *szoros kapcsolatba* került a tudománycsoport más tudományaival. Hatása a tudománycsoporton belül kiszárgázik a közlekedéstechnikára, tehát a helyváltoztatás létrehozásához szükséges műszaki elemek tervezési, építési (gyártási) és fenntartási (javítási) kérdéseivel foglalkozó tudományos ágazatokra; talán még nagyobb mértékben a közlekedési üzemtanra, amely — szemben a közlekedéstechnika fizikai-mechanikai jellegével — a közlekedés berendezéseinek optimális használatát, az üzem és munkafolyamatainak megszervezését, a forgalom lebonyolítását szolgálva, már a saját tudományos területén sem tud megenni a gazdasági

vonatkozások erőteljes bekapcsolása nélkül; a közlekedés jogi kérdéseivel foglalkozó diszciplinákra, amelyek az emberi magatartás normáit alkotják meg, de csak akkor sikeresen, ha a közlekedés műszaki, üzemi sajátosságai mellett annak gazdasági sajátosságait, az ehhez fűződő közösségi és egyéni érdekeket helyesen mérlegelik.

A közlekedésgazdaságtan is szerepet vállalt tehát korunknak abban a nagyjelentőségű folyamatában, hogy a természet- és társadalomtudományok közti merev korlátok eltűnjenek és kifejezésre jussanak az anyagi világ valószínű összefüggései a tudományok fejlődésében, bizonyítva az egyes tudományok elkülönülési lehetőségeinek viszonylagosságát, illetőleg egymásba való átmenetét.

Ami most már a *közlekedésgazdaságtan belső problematikáját* illeti, nagy általánosságban megállapítható, hogy az főleg öt témakör köré csoportosul:

— a közlekedés helye és szerepe a népgazdaság újratermelési folyamatában,

— a közlekedés ágazatainak hatékonysági elbírálása, a közlekedési koordináció problémája,

— a közlekedés üzemi, technológiai folyamatának gazdasági leképezése, elemzése és befolyásolása, — a közlekedés vállalati gazdálkodása,

— a közlekedés érték- és árképző szerepe,

— a közlekedés fejlesztésének gazdasági problematikája.

Anélkül, hogy tematikai teljességre törekednénk, megemlítünk néhány jellegzetes témakört, amely napjaink közlekedésgazdaságtanát foglalkoztatja. Ilyen: a közlekedés szerepe és feladatai a népgazdaságban; a területi (nemzeti és nemzetközi) munkamegosztásból, a lakosság személyi szükségleteiből fakadó közlekedési szükségletek; a közlekedés kapcsolatai más népgazdasági ágazatokkal; a közlekedés — mint népgazdasági ág — jellemzői és arányai (a nemzeti jövedelemmel, a felhalmozásokkal, a beruházásokkal, az állóalapokkal, a munkaerőállománnyal stb. összefüggésben); a szállítások struktúrájának és gazdaságosságának vizsgálata; a közlekedési apparátus gazdasági elemzése, a munkaeszköz, a munka tárgya és az emberi munka szerepe a közlekedésben; a közlekedés ágazatainak, a különféle szállítási kombinációknak gazdasági hatékonysági összehasonlítása; a közlekedési ágazatok foglalkoztatási arányváltozásainak gazdasági elemzése, a közlekedési koordináció vizsgálati és realizálási módszereinek kialakítása; a közlekedés vállalati gazdálkodásának problémái: ráfordítás, bevétel, rentabilitás vizsgálata; a közlekedési üzemi teljesítmények és szolgáltatások gazdaságossági elemzése: a közlekedési ráfordítások differenciált számításbavétele, az önköltségszámítás metodikája; a közlekedési beruházások hatékonysága, az állóeszközgazdálkodás irányelvei; energiagazdálkodás, munkaerőgazdálkodás; a közlekedés érték- és árelmélete, a díjszabáselmélet; a közlekedési és ezen belül a szállítások fejlesztésének, tervezésének prognosztikai és gazda-

sági hatékonysági kérdései a meglévő közlekedési apparátus foglalkoztatása, a tervezett új állapot és az átmenet megvalósítása tekintetében stb.

A közlekedésgazdaságtan tárgya, belső tematikája és karaktere lényeges eltéréseket mutat a tőkés és a szocialista tudományban. A *polgári gazdaságtudományokban* a politikai gazdaságtan és az ágazati gazdaságtanok elhatárolása sem olyan világos, mint a szocialista gazdaságtudományokban. A tőkés viszonyok közt művelt közlekedésgazdaságtant nagy mértékben uralja a kapitalista fuvarpiac kereslet-kínálat törvénye, a közlekedési verseny és ezzel összefüggésben az államhatalom mikénti beavatkozásának, a közlekedés kereskedelmi, profithozási lehetőségeinek, illetőleg közszolgáltatás jellegének problematikája. A *szocialista közlekedésgazdaságtan* viszont — a marxista politikai gazdaságtan alapján — előtérbe helyezi a tervgazdálkodás, a szocialista építés igényeinek, a közlekedés és a népgazdaság, valamint a közlekedés belső tervszerű összehangolásának és fejlesztésének szempontjait.

### 3. A közlekedésgazdaságtan legújabb fejlődési irányjai

A közlekedésgazdaságtan legújabb fejlődési irányait vizsgálva, mindekelőtt — mint a legfontosabb, általános és jellemző folyamatot — meg lehet állapítani a kutatás egzakt szellemének rohamos erősödését, a *matematikai-statisztikai módszerek* erőteljes behatolását e tudomány területére. Elválaszthatatlanul összefügg ez azzal, hogy a közlekedésgazdaságtan egyre szorosabban kapcsolódik a közlekedés műszaki, technológiai alapjaihoz. Ez — miként fentebb kifejtettük — része annak az általános folyamatnak, amely a gazdasági tudományoknak, főként az ágazati gazdaságtudományoknak a technika felé való egyre erősödő vonzódása során alakul ki.

A gazdasági tudományokban a matematika alkalmazására való törekvés nem új; már a XIX. század első felében megtették a sikeres kezdeti lépéseket (pl. THÜNEN, COURNOT). A matematikai — főleg pedig a matematikai-statisztikai — módszerek rendszeres felhasználása a gazdasági vizsgálatokhoz azonban csak mintegy fél évszázadra tekinthet vissza.

További egy-két évtizedre volt azonban még szükség ahhoz, hogy a spekulatív, túlnyomóan kvalitatív kategóriákkal operáló közlekedésgazdaságtan a tények leírásához, az összefüggések magyarázatához — először leginkább csak illusztratív jelleggel — igénybe vegye az elemi statisztika és matematika eszközeit. Az ilyenfajta törekvések főleg a két világháború közt erősödtek meg. Az újabb fejlődési szakasz a mi évtizedeinkben bontakozott ki, amikor a termelési és költségfüggvények felhasználásával egyre valóságosabb — bár túlnyomóan sztochasztikus jellegű — közlekedési modelleket dolgoznak ki. Ily módon egyre több olyan közlekedési jelenség, folyamat, sőt rendszer, illetőleg fejlesztési elgondolás kvantitatív gazdasági jellemzése, változásainak nyomonkövetése válik lehetségessé, amire korábban gondolni sem



mertek. Hatalmas lökést adott a közlekedésgazdasági jelenségek számszerűsíthetőségének is az elektronikus számítógéptechnika kifejlődése, amely ledöntötte a sok esetben a nagytömegű manuális munka miatt mellőzött számítások elvégezhetőségének korlátait is.

TURÁNYI I. tanulmánya, amely a matematika szerepével és jelentőségével lényegében a közlekedéstudományok egésze szempontjából foglalkozik, nélkülözhetővé teszi, hogy a matematikai módszerekkel itt részletesebben foglalkozzunk. Ehelyett inkább néhány, a közlekedésgazdaságtan oldaláról jelentkező problémát kívánunk felvetni.

Azok a lehetőségek, amelyeket a valószínűségszámítás, a lineáris (és nem lineáris) programozási eljárások és más fejlett matematikai-statisztikai módszerek, valamint a gépi számítástechnika — külön-külön is, de gyakran együttesen és így fokozott eredményességet biztosítva — kínálnak, jól érzékelhetően serkentőleg hatnak a közlekedési kutatásra. A problémák matematikai és gépi számítástechnikai kezelhetősége, illetőleg az eredmények valóságshűsége ugyanis attól függ, hogy mennyire sikerül a közlekedés tényleges folyamataiban érvényesülő összefüggéseket egzakt módon feltárni.

Ha a közlekedést áramlási jelenségnek fogjuk fel, akkor az anyagi-tárgyi (utasok és áruk), az energia és az információ háromféle materiális áramlásához egy negyedik fajta „áramlás”-t: az általuk hordozott *gazdasági értékek áramlását* s eközbeni változásait kell hozzárendelnünk. Ez utóbbiak „áramlása” ugyan nem létezik az előbbieik nélkül, de változásai nem követik lineárisan az előbbieik változásait. Miközben az utasok és az áruk, az őket mozgó energia és az általuk hordozott (vagy róluk előállított) információ bonyolult egységgé fonódik össze, ebben az összetett áramlásban az általuk képviselt gazdasági értékek változnak, különböző „gazdasági hatásfokkal” átalakulnak, új értékek termelődnek (pl. az áru értéke a szállítás értékével megnő), a folyamat során a termelő és nem termelő jellegű fogyasztás jelenségei egyaránt előfordulnak (pl. az utasok a szállítás „termékét” azonnal „elfogyasztják”).

Ezeknek az értékváltozásoknak, átalakulásoknak minél behatóbb és pontosabb ismerete azért szükséges, mert a közlekedési áramlás minél tudatosabb levezetése, befolyásolása, szabályozása során egyre magasabb színvonalon gazdálkodnunk is kell, mind a háromféle áramlás síkján (részoptimumok), sőt az integrált áramlás teljes egészét tekintve is (össz-optimum).

Az elmondottakból az is kitűnik, hogy a mélyreható gazdasági vizsgálat feltételezi a közlekedés jelenségeinek, folyamatainak naturális (fizikai) mértékegységekben való feltárását, a közlekedési teljesítmények változásainak differenciált műszaki-üzemi jellemzését, majd ezek függvényében kell hogy megválaszolja az értékváltozásokat, ugyancsak számszerűen (általában pénzürtékben) kifejezve. Az elvi elhatárolás értelmében az előbbi a közlekedéstudományok műszaki és üzemi tudományainak, az utóbbi a közlekedés-

gazdaságtannak szellemi birtokállományába tartozik. A kapcsolat azonban oly szoros — mind az elméletben, a metodikai munkában, mind a gyakorlatban — hogy alig is lehet a közlekedés materiális folyamatainak számszerű vizsgálatától az értékek változásainak vizsgálatát különválasztani. Úgy vélem, itt van a gyökere az ágazati gazdaságtanok, köztük a közlekedésgazdaságtan szoros kötődésének a termelés technológiai alapjaihoz, s ez egyben biztosítéka is a gyors továbbfejlődésünknek.

Jelenleg azonban még az a helyzet, hogy a közlekedés folyamataiban érvényesülő összefüggések számszerű feltárása, modellezése, még inkább azok gyakorlati felhasználása elmarad a matematikai és számítástechnikai lehetőségek mögött. A fejlődésnek ezt a sajátos szakaszát — többek közt — az alábbiak jellemzik.

Kialakult — az első világháború után — a polgári közgazdaságtannak egy új irányzata, az ökonometria, amely a gazdasági élet mennyiségi összefüggéseit matematikai módszerekkel vizsgálja. A legtöbb eredményt a konjunktúra-prognózisok felállításában, a piaci viszonyok kialakulásának feltárásában, a keresetelemzésben, majd még inkább a tőkés gazdasági szervezetek irányítási problémáinak megoldásában, a nemzetgazdasági mérlegek és mérlegelemzési módszerek kidolgozásában érte el. A polgári ökonometria azonban elősegítette olyan matematikai-statisztikai módszerek kifejlesztését, amelyeknek legeredményesebb alkalmazása éppen a szocialista tervgazdaság viszonyai közt válik lehetségessé (LANGE).

A második világháború alatt és után alakult ki, mint viszonylag önálló tudományos tevékenység az *operációkutatás*, amely a bonyolult szervezetek — így a gazdasági szervezetek — működését elemzi matematikai módszerekkel, tájékoztat a lehetséges döntésekről, segíti a szervezetek optimális irányítását. Eredményei üzemi, iparági és népgazdasági szinten egyaránt hasznosíthatók.

Nagyjából egyidős az operációkutatással a *kibernetika* (WIENER), amely a vezérlés és szabályozás általános törvényszerűségeit kutatja; ezek nagy mértékben függetleníthetők a konkrét rendszer sajátosságaitól. A kibernetika egyik fő célja, hogy feltárja a komplex szervezetek vezérlésének és szabályozásának logikai és matematikai törvényszerűségeit és elősegítse, hogy a vezérlés és szabályozás funkcióit minél nagyobb mértékben gépekre bízassuk. A kibernetika, amelynek sem a tárgyköre, sem a módszerei nem alakultak még ki egészen, szoros kapcsolatban van az elektronikus számítógépek technikájával, az információelmélettel, az automaták elméletével.

Ezek az új tudományok, tudományágak természetesen nem hagyták érintetlenül a *közlekedést* sem, sőt alkalmazásuknak sok vonatkozásban éppen a közlekedés az egyik legtöbbet ígérő területe. A közlekedéstudományoknak nemcsak a műszaki és üzemi tudományaiba hatoltak be, hanem a közlekedésgazdaságtanba is; ilyen értelemben beszélnek közlekedési ökonometriáról,

közlekedési operációkutatásról, közlekedési kibernetikáról. Egymáshoz való viszonyuk azonban ma még jórészt tisztázatlan. Van olyan vélemény, hogy az ökonometriai eredmények, módszerek gyakorlatban való alkalmazása az operációkutatás feladata . . ." feladataiból kifolyólag az operációkutatást végző szakember kb. úgy viszonylik a gazdasági teoretikushoz, mint a mérnök az elméleti fizikushoz" (KÁDAS K.). Kérdés azonban, hogy az ökonometria valóban önálló gazdasági tudománynak tekinthető-e, vagy csak „módszer-tudomány”, az ökonometrikus azonosnak vehető-e a gazdasági teoretikussal? Továbbá: az operációkutatás valóban csak gyakorlati jellegű tevékenység, vagy létezik tudományos elmélete, illetőleg metodikája, amely esetben itt is felmerül, hogy önálló tudománnyal vagy csak módszer-tudománnyal állunk-e szemben? Nem kevésbé problematikus a kibernetika alkalmazási területein kialakult „ágazati kibernetikák” kérdése. A kibernetikában használt logikai és matematikai módszereket „matematikai kibernetika” néven szokták összefoglalni, beszélnek továbbá műszaki, biológiai, gazdasági kibernetikáról. Utóbbi osztódása révén léteznék a „közlekedésgazdasági kibernetika” is.

Úgy vélem, hogy ezeknek az új tudományos irányoknak a kifogástalan közlekedéstudományi kategorizálása a fejlődés mai szakaszában még nem oldható meg. A legfontosabb azonban nem is ez, hanem az a közös vonásuk, hogy mindannyian segítenek a közlekedési jelenségek, folyamatok számszerű feltárásában, gazdasági leképzésében és az optimum irányában való befolyásolásában, — esetenként, pl. a szállításoknak lineáris programozással való optimalizálásánál, határozott sikerrel. Különtartásuk, viszonylagos önállóságuk a közlekedéstudományokon belül is egy ideig még — mint a fejlődés ténye — tudomásul vehető. De ha módszereik használata a jövőben általánossá válik majd a közlekedéstudományok, s így a közlekedésgazdaságtan egész területén, és ezáltal e tudomány a maga törvényszerűségeit túlnyomóan kvantitatíve tudja kifejezni, továbbá ennek megfelelően átalakul a közlekedésgazdaságtan a gyakorlatban alkalmazó szakemberek felkészültsége és szemlélete, különállóságuk — véleményem szerint — a közlekedésgazdaságtan területén is jórészt elveszíti értelmét.

A fejlődésnek ezen az útján azonban *nehézségek*, sőt bizonyos *veszélyek* is jelentkeznek.

A nehézségek egyike abban áll, hogy sok esetben hiányoznak a közlekedési jelenségekre, folyamatokra vonatkozó *statisztikai megfigyelési adatok*, illetőleg azok mennyisége, az általuk reprezentált tények köre nem kielégítő, vagy maguk az alapinformációk sem megbízhatóak. Néha valóban az a helyzet — miként azt már régebben egy irónikus megállapítás vasúti vonatkozásban leszögezte — hogy: „A vasúti statisztika a megbízhatatlan adatok precíz feldolgozása”. A tudományosan megalapozott reprezentatív statisztikai megfigyelés, illetőleg információszerzés — pl. a forgalomszámlálások-

nál — ugyan már meghonosodott a közlekedésben, de általánossá válásáról még nem beszélhetünk. Fontos feladatként jelentkezik tehát a közlekedési statisztika, nagy általánosságban: az információszerzés rendszerének lényeges továbbfejlesztése, e rendszerben magában is a gazdaságosság követelményeinek érvényesítése, aminek egyik fő eszköze lehet valamiféle „dominó-rendszer” kialakítása a rendszeres közlekedési statisztikai megfigyelésben.

A csökkent értékű alap-adatok felhasználása nagy mértékben diszkreditálhatja a fejlett matematikai-statisztikai módszereket, akadályozza gyakorlati felhasználásukat. Hasonló veszélyeket rejt magában az a nem is ritkán megmutatózók törekvés, amikor kellő operációkutatási előzmények nélkül, a közlekedési tények és összefüggések megfelelő számszerű feltárása hiányában kidolgozott „modell” alapján próbálnak programozni. Az ilyenfajta „matematikai bűvészkedés” inkább hátráltatja, mint segítené a közlekedés gazdasági valóságainak, törvényszerűségeinek pontosabb felismerését, azok gyakorlati felhasználását.

Egy további veszély abból származik, hogy miközben a kvantitatív törekvések, a vonatkozó számítási módszerek előntik a közlekedésgazdaságtan egész területét — ami összességében feltétlenül pozitív és kihatásaiban ma még alig is felmérhető jelenség — sokszor háttérbe szorul a *teoretikus munka*, sőt bizonyos lebecsülés is jelentkezik az ún. „verbális közgazdászok”-kal szemben, akik új gondolataikat — esetleg csak megsejtéseiket, problémafelvetéseiket — nem öltöztetik azonnal valamilyen matematikai formulába. Vigyáznunk kell tehát arra, hogy a fejlett matematika és statisztika, a gépi számítástechnika, a numerikus programozás korában a módszereket ne fetisizáljuk az általuk kezelt tartalom rovására, megőrizzük az alkotó emberi gondolatnak a rangját, amely ezeket az eszközöket, módszereket is létrehozta.

A kutatás egzakt irányjaival függ össze, hogy a közlekedésgazdaságtan területe, problematikája napjainkban rendkívül kiszélesedik, gazdagodik. Igen erőteljes a fejlődés a közlekedés „mikro”-tartományában: a közlekedési ágazatoknál a vállalatokon, üzemeken belüli jelenségek, folyamatok egyre differenciáltabb feltárásában, az üzemgazdasági vizsgálatokban. Ezzel szorosán összefügg az önköltségszámítás metodikai gazdagodása, önálló diszciplínává való terebélyesedése, az e téren elért jelentős hazai fejlődés is. Nagyon lényeges eredmény a beruházások hatékonysági vizsgálatának elterjedése, amely különösen az azonos célú beruházási változatok gazdasági elbírálása terén a gyakorlatban is meghonosodott. Ma már ott tartunk, hogy a vasút területén, de egyre inkább a többi közlekedési ágazatok területén is a ráfordítások, bevételek, valamint a rentabilitás — a legkisebb üzemi egységekre, műveletekre és rész-műveletekre is — metodikailag szinte hiánytalanul nyomom követhető; a kérdés csak az, hogy adott esetben érdemes-e a parányi érték-differenciák kimutatására esetleg igen nagy anyagi áldozatot hozni.

Új hajtása, diszciplinája a közlekedésgazdaságtannak a *közlekedési ágazatok* hatékonysági elbírálásával, összehasonlításával, a tudatos forgalom-megosztást és az ágazatok együttműködését célzó megoldások vizsgálatával foglalkozó *koordináció* elmélete és metodikája. Kifejlesztését a közlekedéspolitikai gyakorlati igényei vetették fel. A kutatás egzakt iránya ezen a területen főleg a szocialista országokban — így hazánkban — fejlődött ki, minthogy a tervezgátlkodás viszonyai e problémák optimális megoldásához sokkal jobb feltételeket teremtenek. Olyan problémák megoldása, mint a kisközműves vasútvonalak és állomások komplex hatékonysági vizsgálata, a forgalom koncentrálása kevesebb számú állomásra, az ún. körzetesítés, a rövidtávú vasúti fuvarozások közútra terelése, az iparvágányos forgalom, a kombinált szállítások gazdaságosságának feltárása jelzik ennek a diszciplinának gyakorlati sikereit.

Számottevő — bár több nehézséggel jár — a fejlődés a közlekedésgazdaságtan „*makro*”-*tartományaiban*: a közlekedés és a népgazdaság összefüggései területén. Itt a klasszikus, kvalitatív és spekulatív jelleg lassabban vált át a mennyiségileg kifejezhető összefüggések bemutatására. De az előrehaladás itt is jól felismerhető, pl. a népgazdasági ágazati kapcsolatok mérlegének módszere segítségével végzett vizsgálatok, elemzések fejlődésében, a szállítási szükségleteknek a népgazdasági ágak fejlődéséből, a demográfiai és települési változásokból való deriválásában, a szállítások tágabban értelmezett optimalizálásában, azokban a kísérletekben, amelyek a gazdaságilag „szükséges” vagy „indokolt” szállítások mennyiségének számszerű meghatározására irányulnak stb.

A közlekedésgazdaságtan mikro- és makro-területei, vizsgálati módszerei és modelljei természetesen nem függetlenek egymástól, egymásra hatnak, sőt több esetben feltételezik egymást. A makro-modellek és paraméterek elsősorban a népgazdasági tervezés, a közlekedéspolitikai irányítás számára nyújtanak segítséget, míg a mikro-vizsgálatok hazánkban az új gazdaság-irányítási rendszer keretében, a gazdasági irányítás bizonyos fokú decentralizálásával kaptak fokozott jelentőséget.

A közlekedésgazdasági kutatás hivatott arra, hogy az új gazdaságirányítási rendszerben a közlekedési vállalatokon belül, valamint azok együttműködésében, illetőleg korlátozott fuvarpiaci versenyében, a fuvaroztatók és a közlekedés relációjában az anyagi érdekelttség (beleértve a műszaki fejlesztésben való érdekelttség) összetevőit, a gazdasági emelők hatását és azok esetleges korrekcióinak mértékét feltárni, meghatározni segítsen.

A közlekedésgazdaságtan egyik új, gyorsan fejlődő diszciplinája, amely a közlekedéstudományok többi tudományaival ugyancsak szorosan összeshővődik: a *közlekedési prognosztika*, amely része a napjainkban kibontakozó új tudománynak, a jövő társadalmi-gazdasági és tudományos-műszaki változásainak, azok irányának és ütemének feltárására vállalkozó *futrológi-*

*giának.* A „tudományos jövőbelátás” lehetőségei alapozzák meg a közlekedés távlati fejlesztése fő irányainak előirányzását is, majd a további lépések során egy elérendő, távlati állapot tervezését, a lehetséges terv-vázlatok gazdasági minősítését, hatékonyságuk elbírálását, végül a meglévő és az elérni kívánt állapotok közti átmenet optimális megoldását.

Ez a probléma-komplexum rejti magában talán a legnagyobb nehézségeket, amelyeknek jó megoldása ma még a legkevésbé tisztázott. Amikor közlekedési ágazatok, vagy éppen az egész közlekedési rendszer fejlesztéséről van szó, a hatékonysági elbírálás szinte beláthatatlanul bonyolulttá válik, amelynek még a fő optimalizálási paraméterei sem eléggé tisztázottak, még kevésbé kifogástalan a metodikai megoldásé. Nemcsak az ilyen méretű, de az ennél sokkal kisebb volumenű közlekedésgazdasági feladatok is egyszerűben nehezzé válnak, mihelyt a *statikus* vizsgálatokat *dinamikus* vizsgálatokká kívánjuk fejleszteni, amikor az *idő* tényezőjét is belevisszük a vizsgálatokba. A távlati fejlesztés gazdasági hatékonysági minősítésénél pedig mindig ilyen feladatokról van szó. Az ilyen tervek, illetőleg folyamatok egzakt értékelésére szolgáló módszerek fejlődésének még csak a kezdetén tartunk.

Éppen a prognosztikai vizsgálatok, a távlati tervezés igényei fordítják legújabbán a figyelmet a *történeti vizsgálatok* felé is. Külföldi közgazdászok jelentős sikereket értek el pl. a több évszázados távlatban számszerűen vizsgált termelési ráfordítások, árak és bérek változásainak elemzésével, az ezekben társadalmi és történelmi méretekből megmutatkozó tendenciáknak prognosztikai célokra való felhasználásával. A hasonló vizsgálatokat a közlekedés vonatkozásában jórészt nélkülözzük, kifejlesztésük: egy számszerű értékeket feltáró „közlekedés-gazdaságtörténet” diszciplinájának kialakítása sok haszonnal kecsegtetne.

Sajátos problémakör és a gyakorlat igényei, a népgazdaság érdekei szempontjából nagyfontosságú a *nemzetközi közlekedési kapcsolatok* gazdasági elemzése, hatékonyságának megítélése. Ezzel a témakörrel a közlekedésgazdaságtan az export-, import- és tranzitszállítások, a devizahozam és a devizakímélés szempontjából eddig is foglalkozott. Új problémaként jelentkezik azonban a szorosabb nemzetközi közlekedési együttműködés, a közlekedési ágazatok több ország viszonylatában való koordinációja (pl. nyugaton az Európai Közös Piac, keleten a KGST keretében), akár csak egy közlekedési ágazatról (pl. a vasutak közös kocsiparkja), még inkább ha több közlekedési ágazatról van szó. Ilyen esetekben a gazdasági hatékonyság elbírálása már túlnő egy-egy ország, illetőleg népgazdaság keretén. Ezen a téren még ugyan csak a kezdeti lépéseknél tartunk.

Az említett és más új fejlődési irányok következtében a közlekedésgazdaságtan problematikája szüntelenül bővül, mind a közlekedésgazdaság tényeit, jelenségeit jórészt klasszikus módon rendszerbe foglaló, bemutató, értékelő fejezetei, mind az érvényesülő összefüggéseket magyarázó teoretikus

részek, mind pedig a konkrét gazdaságossági vizsgálatokra szolgáló metodikák, az alkalmazott matematikai-statisztikai eljárások kidolgozása tekintetében.

Különösen jellemző a *metodikai munka* rohamos bővülése. Minthogy a gazdasági vizsgálatok rendkívül sok részjelenségre, sokféle tényező függvényében való változás kimutatására, eltérő viszonyokra stb. irányulhatnak és sokféle mutatószámmal dolgoznak, a számításokhoz használt konkrét metodikák lehetséges száma is szinte végtelen. Valóban mutatkoznak is a „metodikai túlbujánzás” jelenségei. Ennek ellensúlyozására viszont jelentkeznek a közlekedésgazdasági problémák, folyamatok egy-egy jellegzetes csoportjára vonatkozó, átfogó metodikák, amelyeket vezérfonalul lehet felhasználni a konkrét vizsgálatok speciális metodikáinak kialakításához. A számszerű közlekedésgazdasági vizsgálatok gyakorlati elterjedése szempontjából igen fontos, hogy következetesen érvényesítjük a „*metodikai megfeleléség*” elvét, ami azt jelenti, hogy a gazdasági számításoknál az alkalmazott módszereket és az elérni kívánt pontosságot összhangba kell hozni a vizsgálat céljaival.

Ma a közlekedésgazdasági kutatás arra törekszik, hogy a közlekedés minél több jelenségét, folyamatát — üzemi (vállalati), ágazati és népgazdasági szinten egyaránt — minél sokoldalúbban gazdaságilag leképezze, elemezze és a bekövetkezett, illetőleg várható vagy tervezett változások aktív és passzív hatásait — *komplex hatékonysági vizsgálat* keretében — kimutassa. Ennek során igyekszik a számszerűsíthető hatásokat minél inkább értékmutatókkal, ha ez nem lehetséges, naturális és minőségi mutatókkal jellemezni, de a nem számszerűsíthetőket is minél teljesebben, legalább kvalitatíve kimutatni. A fejlődés során egyre több a számszerűen, ezen belül is értékmutatókkal jellemezhető hatás. Mindemellett még igen sok hatás kielégítő közlekedésgazdasági feltárását nélkülözzük, ami pedig éppen a közlekedésfejlesztés fő irányainak előirányzásánál igen fontos volna.

Ilyen — többek közt — a napjaink közlekedéstechnikáját annyira foglalkoztató *sebességnövelés* előnyeinek számszerű kimutatása az árú-, de főleg az utasforgalomban; a balesetveszély, illetőleg a *biztonság* megfelelő értékelése; a közlekedési szolgáltatások *színvonalát* jelentő egyéb tényezők (rendszeresség, megbízhatóság, pontosság, kényelem stb.) gazdasági minősítése; általánosságban a közlekedési szolgáltatások, valamint az egyéni közlekedési eszközök *használati értékének* kimutatása stb. Szüntelenül „utántáplálja” a megoldandó vizsgálati feladatokat a közlekedéstechnika fejlődése is, nemcsak az *újfajta közlekedési eszközök, módok, technológiák* megjelenése miatt, hanem az *üzembonyolítás és irányítás* legújabb lehetőségeinek (kibernetika, automatizálás) gyakorlatbavétele folytán is. Új és rendkívül érdekes terület pl. a korszerű információs hálózat, a gépi programozás és az automatizált üzembonyolítás gazdasági hatásainak feltárása, ami szinte teljes egészében még előttünk álló feladat.

Nem kétséges, hogy a gazdaságosságra való törekvés a közlekedésben szüntelenül erősödő folyamat. A gazdasági szempontok érvényesítése azonban a közlekedés működtetésében és fejlesztésében nemcsak azon múlik, hogy a párhuzamosan jelentkező egyéb — nem gazdasági — érdekek mellett a gazdasági érdekek milyen súllyal esnek latba, hanem azon is, hogy milyen mértékben sikerül — a tudomány segítségével — a gazdasági előnyöket és hátrányokat hiánytalanul és valóságghűen feltárni. Ez domborítja ki a közlekedéssel foglalkozó gazdasági tudományágak nagy társadalmi jelentőségét.

#### 4. Közlekedéspolitika és közlekedésgazdaságtan

Ma már általánosan elfogadottnak tekinthető az a vélemény, hogy a közösségek, elsősorban az államok vezetésében létezik egy viszonylagosan önálló irányító tevékenység: a *közlekedéspolitika*, ami lényegében az ország gazdaságpolitikájának egyik szektora, szoros kapcsolatban a gazdaságpolitikai irányítás más területeivel.

Amikor a közlekedéspolitikát a gazdaságpolitika részének tekintjük, akkor nem zárjuk ki belőle a nem gazdasági motívumokat, pl. az általános politikai, szociális, kulturális, honvédelmi stb. szempontokat, csupán a legjellemzőbb, legátfogóbb vonását: *gazdasági karakterét* emeljük ki. Mint ahogyan az iparpolitikát, az agrárpolitikát stb. is a gazdaságpolitika részének tekintjük, bár ezek is foglalkoznak hasonló, nem tisztán gazdasági igények és érdekek mérlegelésével, illetőleg kielégítésével.

A közlekedéspolitika — mint a közlekedésben megvalósuló irányító tevékenység legmagasabb szintje — gyakorlati tevékenység. A *tudományos munkának* olyan értelemben tárgya, hogy — véleményem szerint a „közlekedéstan” tudományának egyes fejezeteit alkotva (mint fentebb már érintettük) — a közlekedéspolitika gyakorlásának elvi kérdései, eszközei és módszerei képezhetik a tudományos rendszerezés, elemzés, értékelés tárgyát.

A közlekedéspolitika és a tudomány kapcsolatában azonban — napjainkban, amikor a tudomány közvetlenül termelőerővé válik — az a legfontosabb, hogy a közlekedéspolitika *céltudatos igénylője és felhasználója* legyen a tudományos munkának. A szubjektív, kizárólag az empiriára támaszkodó közlekedéspolitika fokozatosan helyet ad a tudományokra — esetünkben elsősorban (de nem kizárólag) a közlekedéstudományokra — támaszkodó közlekedéspolitikának.

Miközben a közlekedéspolitika egyre jobban támaszkodik a tudományokra, a tudományos eredményeket egyszerűen elfogadó, értékesítő magatartás helyet ad a céltudatos „megrendelő” magatartásának. Korunkban, amikor a tudományos kutatás is egyre inkább „üzemszerűvé” válik, a kutatóintézmények, a kutatók száma, a kutatásra fordított anyagi áldozatok nemcsak abszolút összegükben, de relatíve is rohamosan nőnek, ezt természetes fo-



lyamatnak kell tekinteni. A tapasztalatok arra tanítanak, hogy az átgondolt, céltudatos és a körülményekkel reálisan számoló kutatás „jó üzlet”. Vannak azonban a fejlődésnek olyan problémákkal terhes szakaszai, amikor a tudomány segítsége egyenesen nélkülözhetetlen. Úgy vélem, a közlekedés mai helyzete is ilyen.

A közlekedéspolitika igényei szempontjából a közlekedés gazdasági problémáival foglalkozó *közlekedésgazdaságtan* több tekintetben kitüntetett helyzetben van. Nem azért, mintha az állami vezetés a közlekedéstudományok más tudományainak eredményeire nem támaszkodnék. Csupán arról van szó, hogy a közlekedéstechnika új eredményeinek hatékony felhasználása sem lehetséges ma már az alapos gazdasági elemzés, minősítés nélkül. A közlekedésgazdasági kutatás talán még fokozottabban fontos a kis országok számára, amelyek a rohamos tudományos-technikai haladás korában igen nagy mértékben a nagy költséggel elért külföldi eredmények átvételére kényszerülnek, ahelyett, hogy a műszaki kutatás teljes spektrumában az önálló kutatásra vállalkozhatnának. Ezzel szemben az erőteljes közlekedésgazdasági kutatást és a konkrét műszaki-gazdasági elemző munkát nem nélkülözhetik, mert e tekintetben nagy súllyal esnek latba az illető ország helyi sajátosságai, amelyek eldöntik, hogy az egyetemes közlekedéstechnikai fejlődés lehetőségeit mikor, hogyan, milyen mértékben és ütemben használják fel leghelyesebben a gazdasági, az emberi haladás érdekében. Nem hagyható figyelmen kívül ugyanis az a tény, hogy valamely ország földrajzi fekvése, gazdasági fejlettsége, termelésének szerkezete, az életszínvonal és a közlekedés fejlettsége szoros kölcsönhatásban vannak egymással, szerves egységet képeznek, még akkor is, ha ezek az összefüggések tudományosan ma még nem teljesen tisztázottak.

A céltudatos közlekedéspolitikai irányítás tehát a közlekedéstudományi kutatás, ezen belül a közlekedésgazdasági kutatás fejlesztésében, sőt *tematikai befolyásolásában* is egyre nagyobb szerepet vállal. A népgazdaság fejlődésének adott szakaszában más és más problémakör hangsúlyozott kutatására irányítja az erőket. Pl. a közlekedésgazdaságtan klasszikus fejezeteinek tekinthetők azok, amelyek az élőmunka problémáival, a munkaerőgazdálkodással foglalkoznak a közlekedésben. Mégis olyan országokban, illetőleg időszakokban, ahol és amikor a közlekedési munkaerő biztosítása nem okoz nehézséget, az ilyen irányú kutatásokkal alig is foglalkoznak. A fejlődés olyan szakaszában azonban, amikor a szükséges munkaerő biztosítása nehézségbe ütközik, illetőleg ilyen fejlődési periódus előre látható (pl. a közismerten munkaerőigényes gépjárműközlekedés erőteljes felfejlesztésének periódusában), a céltudatos közlekedéspolitikai irányítás jóelőre gondoskodik a munkagazdasági, munkaerőgazdálkodási kutatások fejlesztéséről. Hasonló aktuális igények még sok más témában is jelentkeznek. Így pl. a közlekedés távlati terveinek kimunkálása különösen nehéz feladat, ha az általa kiszolgált többi

népgazdasági ágak jövődő szállítási szükségleteiket (mennyiségileg, minőségileg, főbb tér- és iránybeli, illetőleg időbeli jellemzőkkel) nem ismerik. Az ilyen, az egész népgazdaság fejlődését, a regionális fejlesztést, a városfejlesztést a közlekedés aspektusából feltáró kutatásokat ugyancsak a közlekedéspolitikai vezetésnek kell iniciálnia. Azonban nemcsak a kutatás tárgyára, hanem *módszereire* is sokszor nagy befolyást gyakorolhat a közlekedéspolitikai. Közismert, hogy napjainkban igen hatékonyak — sok esetben másként eredményesen alig is folytathatók — az olyan kutatások, amelyekben a legkülönbözőbb szakképzettségű kutatókat kell az ilyen értelemben komplex munkára összefogni. A közlekedéstudományoknak éppen a legbonyolultabb problémái azok, ahol a matematikusok, mérnökök, közgazdászok, sőt más szakemberek — pl. biológusok, pszichológusok, szociológusok, jogászok — összefogásának szükségessége egyre jobban megmutatkozik. Azokat az akadályokat, amelyek a tradíciók, a szubjektív szempontok, a meglevő szervezeti keretek miatt az ilyen közös munkával szemben jelentkeznek, a közlekedéspolitikai irányítás tudja a legsikeresebben legyőzni.

Hazánkban jelenleg — s ez igen örvendetes fejlődés — a közlekedéspolitikai irányítás messzemenően igényli a tudományok segítségét, éspedig egyre inkább olyan aktív értelemben, ahogyan azt fentebb vázoltuk. Példa erre a nemrég az Országgyűlés által is elfogadott közlekedéspolitikai koncepció, amely nem is jöhetett volna létre a magyar közlekedéstudományok erőteljes, kb. egy évtizedes megalapozó munkássága nélkül. Több szempontból erősítésre vár azonban az a *kutatási bázis*, amellyel szemben a közlekedés gyakorlata egyre növekvő igényeket támaszt, a közlekedésgazdasági munka vonatkozásában mind a teoretikus és metodikai kutatás, de még inkább a konkrét gazdasági vizsgálatok tömeges lefolytatását biztosítani hivatott apparátusok megerősítése, illetőleg létrehozása vonatkozásában. Csak így lesz képes a hazai közlekedésgazdasági kutatás maradéktalanul szolgálni a magyar közlekedéspolitikai alapkoncepcióját, amely „az egész országra kiterjedő olyan egységes közlekedési rendszer létrehozása, amely tervszerű koordinációval kapcsolja össze a közlekedés valamennyi ágazatát, biztosítva az ágazatok közt az optimális forgalommegosztást és együttműködést, valamint az arányos és komplex fejlesztést, a legkorszerűbb tudományos és technikai eredmények alkalmazásával.

#### IRODALOM

- BRADY, R. A.: Tudományos forradalom a termelésben, 1966. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest. 1966.
- CSANÁDI GY.: A közlekedéspolitikai tudományok alapjai (akadémiai előadás). Budapest. 1968.
- CSANÁDI GY.: A magyar közlekedéstudományok fejlődése, *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 10 (1966).
- CZÉRE B.: A közlekedési ágazatok koordinációjának metodikai alapjai, különös tekintettel a kisforgalmú vasútvonalak gazdasági vizsgálatára (akadémiai doktori disszertáció), Budapest 1962.

- CZÉRE B.: A közlekedéstudományok alapvető rendszertani kérdései, *Közlekedéstudományi Szemle* (1958).
- HACSATUROV, T.: A közlekedés gazdaságtana tudományának tárgyáról, *Voproszi Ekonomiki* (1957).
- KÁDAS K.: A közlekedési ökonometria célkitűzései, módszertani problémái és eredményei, *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 10 (1966).
- KÁDAS K.: Közlekedésgazdaságtan I. Tankönyvkiadó. Budapest 1967.
- KÁNYA E.: A közlekedés önköltsége, Műszaki Könyvkiadó. Budapest 1967.
- REHBEIN, G.—WAGENER, H.: A közlekedésgazdaságtan alapvető kérdései, Műszaki Könyvkiadó. Budapest 1962.
- WAGENER, H.: A közlekedésgazdaságtan tárgyáról és helyéről a gazdaságtudományok rendszerében. Verlag die Wirtschaft. Berlin 1952.

**Economic Bases of the New Trends of Transport Development.** Author outlines in the first place the position of transport economics in the system of sciences among the other sciences, presents the history of development of economic knowledge related to the transport and explains the problems of the science of transport economy of our days. Further, he analyzes the latest trends of development of the economics of transport, the increasing utilization of the mathematical-statistical methods (including the inherent implications and dangers), defines the new requirements and problems presenting themselves in the micro and macro ranges of the transport raised by the technical and economic development, claims of the long-range planning and by extending international relations. Finally he treats of the most important connections and interactions between the transport policy and transport economy. The timely problems of transport in Hungary are exposed which follow from the adoption of the new guidance in national economy and transport policy conception, also adopted by the national assembly.

**Wirtschaftswissenschaftliche Grundlagen der neuen Entwicklungsrichtungen im Verkehr.** Der Verfasser stellt erstens die Lage der Verkehrswirtschaft als Wissenschaft unter den anderen Wissenschaften innerhalb des Wissenschaftssystems dar, dann schildert er die historische Entwicklung der Wirtschaftswissenschaft im Zusammenhang mit dem Verkehr und entwickelt die Problematik der modernen Verkehrs-Wirtschaftswissenschaft. Im weiteren werden die neuesten Entwicklungsrichtungen der Verkehrs-Wirtschaftswissenschaft sowie die immer mehr zunehmende Benutzung der mathematisch-statistischen Methoden unter (Berücksichtigung der zugehörigen Schwierigkeiten und Gefahren) behandelt und die neuen Ansprüche und Aufgaben definiert, die in den Mikro- und Makrobereichen des Verkehrs auftauchen und aus den Anforderungen der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung, der perspektiven Planung und aus der Erweiterung der ausländischen Beziehungen ergeben. Zum schluß werden die wichtigsten Beziehungen und Wechselwirkungen zwischen der Verkehrspolitik und Verkehrswirtschaft erörtert. Nachdem werden die zeitgemäßen Aufgaben des Verkehrs in Ungarn behandelt, die aus der Einführung des neuen Wirtschaftssystems und aus der auch durch den Reichstag genehmigten verkehrspolitischen Konzeption folgen.

#### KAJAN BÉLA:

A műszaki tudományok és a társadalomtudományok különállása és a köztük lévő éles határvonal valóban szükségszerűen megszűnőben van. Különösen erősen érvényesül ez a közlekedéstudomány területén, amely nem nélkülözheti ezek eredményeinek együttes felhasználását. CZÉRE B. tanulmányában igen világos levezetés után hangsúlyozottan szerepel az a megállapítás is, hogy a közlekedésgazdaság tudományának művelői nem érhetnek el eredményeket a közlekedéstechnika, a közlekedési üzemtan eredményeinek ismerete és ezek felhasználása nélkül. Ezt a tételt én megfordítva szeretném hangsúlyozni. A közlekedés műszaki technológiai feladatainak megoldásánál, annak fejlesztési vagy tervezési munkáinál, de különösen ilyen feladatokat vizsgáló és megoldó kutatásoknál a legtöbb területen szembe találjuk magunkat azzal a kérdéssel, hogy *egy adott feladat megoldására milyen műszaki szinten a legmegfelelőbb*. Az ipari fejlődés, az új építési technológiák rohamos fejlődése folytán számos különböző szintű kialakítás képzelhető el ugyanazoknak az igényeknek a kielégítésére. Ezek a meg-

oldások és az igénybevett közlekedési apparátus szintje nagyon sok esetben kielégítik az adott feladat megoldásánál adódó mennyiségi igényeket, de a feladat teljesítését biztosító közlekedési megoldás a szállítás vagy utazás idő szükségletében, biztonságában, kényelmében igen nagy eltéréseket mutathat. Például egy 1500 jm/ó közúti forgalmi mennyiség átbocsátására keskeny kétnyomú út is alkalmas, ugyanakkor autópálya szintű szolgáltatás is előírható az igények kielégítésére. Ilyen egymástól lényegesen eltérő szintű műszaki megoldások között csak úgy választhatunk, ha a forgalom lebonyolítására jellemző körülmények gazdasági vizsgálatát is elvégezzük és csak a minden hatást figyelembevevő gazdasági vizsgálat adhat tájékoztatást arra a kérdésre, hogy a megoldások közül melyiket is válasszuk. Ilyen döntések meghozatalához vagy általános irányelvként szolgáló értékek meghatározásánál a kutatás és operatív munka területén meg kell kívánni, hogy a műszaki kérdésekkel foglalkozó szakemberek gazdasági szakemberek is legyenek és a politikai gazdaságtanon, ill. ezen belül a közlekedésgazdaságtanon alapuló és annak eredményeit felhasználó döntéseket hozzanak. Fontos tehát, hogy a közlekedés műszaki kérdésével foglalkozó kutatók, mérnökök igen alapos gazdasági képzést is kapjanak. Ez a képzés gazdasági mérnöki szakoktatás elindításával már biztosított, de az ilyen gazdasági gondolkodásra nevelt műszakiak száma még mindig nagyon kevés. Ilyen többoldalú szakemberek számának növelése az új tudományos eredményeken alapuló közlekedésfejlesztésnek elengedhetetlen feltétele, különösen a kutatások területén.

A matematika és ezen belül a valószínűségszámítás és a matematikai-statisztika az az eszköz, amelynek használata egyre egyenletesebbé és szélesebb területeket felölelővé teszi a vizsgálatainkat. CZÉRE B. tanulmányában ennek fontosságát és túlbecsülésének, fetiszizálásának veszélyeit is igen helyesen emelte ki. Túl azonban azon, hogy véleményem szerint az elméleti matematikai felkészültségünk fokozására is szükség van, a legfejlettebb matematikai módszerek alkalmazásának egyik legnagyobb akadálya az olyan korszerűbb közlekedési számítóközpont kapacitás hiánya, mely a tudományos és statisztikai feldolgozásának legszélesebb területeit kiszolgálja.

A kezdő lépések már megtörténtek ebben a vonatkozásban. Van vasúti számítógép-központunk, a kutatók és tervezők már több összetett műszaki-gazdasági kérdésben kezdik megismerni és használatba venni a számítógépeket, de a rendelkezésre álló gépek sok és éppen a legnagyobb fontosságú vagy legmagasabb szintű feladat elvégzésére nem alkalmasak. Sokszor jelentkezik az a félelem is, hogy ilyen drága berendezést nem tudunk gazdaságosan kihasználni. Erre vonatkozólag meg kell jegyezni, hogy pl. Csehszlovákiában a Közlekedésügyi Minisztérium közúti számítóközpontjában egy nagy tárolókapacitású és gyors LEO 603-as számítógép működik. Ez a központ a Minisztérium gépjárműközlekedési és közúti szakágazatai számára forgalombiztonsági vizsgálatok, anyagnyilvántartás, menetrend tervezés, tömegközlekedési üzemi hálózati programok optimalizálásának vizsgálatait végzi el és üzembevétele óta most már két éven keresztül három műszakban teljes kihasználtsággal igénybe veszik. Az igen összetett, sok számítási munkát igénylő és sok változat kidolgozását megkívánó komplex gazdasági-műszaki vizsgálatok csak ilyen nagy teljesítményű számítógép üzembeállításával oldhatók meg.

A gazdaságosság egyik döntő tényezője a személyszállítási közlekedési igények koordinációjának és optimális kielégítésének is. Ezen a kutatási területen a Vasúti Tudományos Kutató Intézet, az Autóközlekedési Tudományos Kutatóintézet és az Ütügyi Kutató Intézet jelenleg együtt dolgozik és a kérdés tisztázásának első legfontosabb lépésének tartják, hogy a közlekedési igényeket a maguk összetettségében részletesen meg kell ismerni. Az igények részletes ismerete fogja biztosítani az alapadatokat a koordinálás és optimális szétosztás munkájához. Az ilyen jellegű adatok, sajnos, közlekedési statisztikáinkból eddig hiányoztak. A közúti közlekedés igényeinek vizsgálatára, a közúthálózatfejlesztési tervezés gazdasági és műszaki feladatainak elvégzésére a közúti forgalom felvételében már másfél évtizede kialakult és azóta nemzetközileg elfogadott felvételi módszert alkalmazunk. Ez a módszer a közúti forgalom lebonyolítása követelményeinek megismerésén alapul és lényegében az operáció-kutatás és a matematikai statisztika módszereit alkalmazza ezen a területen. Szükséges azonban hangsúlyozni, hogy ilyen tudományos vizsgálatokkal megalapozott felvételi módszerek alapján meg kell ismernünk az ország egész területére vonatkozóan a személyszállítási közlekedési igényeket és ennek érdekében 1970-ben, amikor nemzetközi kötelezettségek alapján a nemzetközi utakon egyébként is forgalomszámilást rendezünk, országos és minden közlekedési ágazatra kiterjedő közlekedési igény felvételt kell tartani. A felvételi módszernek elvi kialakítása már meg is történt, s ez biztosítja azt, hogy a közlekedési igények felvétele a különböző közlekedési ágaknál egyenértékű módon megtörténhessék. A felvétel olyan jellegű adat-tömeg hegyűjtését biztosítja, amely a személyközlekedési igények fajlagos értékének, a jelenlegi közlekedési munkamegosztásnak, a személyszállításban szükséges utazási időknak, az összetett utazásoknak stb. gazdasági elemzését biztosíthatja. Ilyen felvétel többszöri megismétlése a személyközlekedésben érvényesülő gazdasági tendenciák elemzését is lehetővé teszi.

A módszer operatív alkalmazásának vizsgálatát és kialakítását a következő évben kellene elvégezni. Az együttes kutatómunka folytatása valóban a tényleges közlekedési igények ismeretén alapuló koordinált közlekedésfejlesztési programok összeállítását teszi majd lehetővé és rendkívül sok nyitott közlekedésgazdasági kérdésre ad majd választ.

PAPP ENDRE:

**CZÉRE B.** A tanulmánya figyelmet szentel a *politikai gazdaságtan és a közlekedésgazdaságtan* — mint ágazati gazdaságtan — összefüggéseinek elemzésére.

A szocializmusban érvényesülő gazdasági törvény a különböző gazdasági jelenségek között fennálló szükségszerű, lényegi, tartós összefüggés, amely az emberek tudatától és akaratától függetlenül létezik. Az emberek, kiindulva az objektív gazdasági körülményekből, tudatos tevékenységükkel a termelési viszonyok olyan formáit hozhatják létre, amelyek között egyes gazdasági törvények hatása korlátozódik, mások működése számára tágabb lehetőség nyílik, a közgazdaságtudomány azonban a szocializmusban sem képes a társadalmat a maga egészében kifejezni, visszatükrözni. Ebből következik, hogy a szocializmus gazdasági törvényei is csak megközelítik a valóságot, de nem azonosak közvetlenül a bonyolultságukban összetett valósággal.

A politikai gazdaságtan törvényei tehát elsősorban iránymutató szerepet töltenek be és ezeknek a közlekedés területén való alkalmazása is csak bizonyos vetületben jelentkezik.

Még nagyobb a nehézség a közlekedésgazdaságtan sajátos belső törvényszerűségei terén. Tudomásul kell venni, hogy a közlekedésben az egyes gazdasági viszonyok eltérő változtatban jelentkeznek, ezért azokból általános törvényszerűségeket levonni igen nehéz. A nehézséget csak növeli, hogy azok a módszerek, amelyek a természettudományokban rendelkezésre állnak, a közlekedésben — mint gazdasági megfigyelések — vagy egyáltalában nem, vagy alig használhatók fel.

A törvényszerűség megállapítására legalkalmasabb módszer a *kísérlet*. A közlekedésen belül olyan kísérletek bevezetésére, mint a fizikában, vagy kémiában szinte nincs is lehetőség. Meg kell állapítanunk, hogy a kísérleti módszer, mely oly rendkívüli sikereket ért el a természettudományok terén, csak sovány eredményekkel dicsekedhet a társadalmi és ezen belül a közlekedésgazdasági tudományok megfigyelésekben.

A kísérleti módszernek ugyanis zárt rendszerre van szüksége, melyet mesterségesen elszigetelhetünk a külvilágtól. Ha pl. azt akarjuk megtudni, hogy a víz milyen feltételek mellett éri el a forrpontot, bizonyos tényezőkkel elszigeteljük a hőforrást, a lombikot, a folyadékot. Egy előre meghatározott nyomás alá helyezzük azokat és ily módon nagyjában kiküszöbölünk minden lehetséges külső behatást.

A kísérletező módszer megköveteli azt is, hogy a kísérletet bármikor meg lehessen ismételni, ellenpróbákkal megerősíteni. Ez a közlekedésen belül a gazdasági megfigyelések körében aligha lehetséges, hiszen az életviszonyok változása következtében azonos feltételeket kétszer szinte képtelenség létrehozni.

Megállapíthatjuk tehát, hogy a kísérletezésnek ilyen lehetősége a közlekedésben nincs meg, ez pedig a törvényszerű megállapítások megtételét megnehezíti. A kísérletek helyett tehát csupán a *megfigyelések* maradnak. A megfigyelésnél pedig szintén fennáll annak a veszélye, hogy az egyes elemek olyan kísérő jelenségekkel kapcsolódnak, amelyek lényegesen befolyásolhatják a törvényszerűségek megjelenését.

Hasonló a helyzet a közlekedésen belül alkalmazott modell vonatkozásában is. Itt most nem a matematikai modell alkalmazásáról van szó. A modell mint a valóság célszerűen kicsinyített mása, átvitt értelemben akkor is használatos kifejezés, ha valmit olyan körülmények között kívánunk vizsgálni, ahol csak a megfigyelésre szánt elemek jelentkeznek, lehetőség szerint az ezt zavaró és a megfigyelések eredményét esetleg megváltoztató elemek kikapcsolásával.

Mindkét kifejezést a közlekedésgazdasági kutatásokban gyakran használják. Pl. Karcag és Kaposvár állomások a körzetesítés kísérletét szolgálják, vagy: a darabáru körzetesítés lényegében a kocsirakományú áruk körzetesítésének a modellje.

Mindebből arra a következtetésre kell jutni, hogy

a) a közlekedésgazdasági törvényszerűségek megállapításának alapvető eszköze a megfigyelés. A megfigyelésnél további nehézséget jelent a zavaró hatások kiszűrése,

b) a közlekedésgazdasági megfigyeléseknél törekedni kell olyan helyzet teremtésére, ahol a tipikus jelenségek megfigyelhetők, sőt bizonyos hatások mesterségesen képezhetőek is legyenek.

CZÉRE B. tanulmánya felsorol néhány olyan jellegzetes témakört, amely napjaink a közlekedésgazdaságtanát foglalkoztatja. Ehhez az alábbiak néhány olyan probléma felvetésével kapcsolódnak, amelyek megoldását a gyakorlati közlekedéspolitikai a tudománytól, elsősorban a közlekedésgazdaságtan művelőitől várja.

Közismert MARX megállapítása, hogy a közlekedés „termelés”, az utóbbi időben azonban mind gyakrabban hangzik el, hogy a közlekedés „szolgáltatás”. A szolgáltatás kifejezést nem mindig annak közgazdasági tartalmában vetik fel. Szolgáltatásnak ugyanis személyek és vállalatok részére végzett olyan tevékenységet ért a politikai gazdaságtan, amely közvetlenül új javakat nem állít elő. A termelő szolgáltatások pedig közvetve vesznek részt az anyag javak, új érték termelésében, mint a produktív munka részei. A szolgáltatás kifejezést azonban egészen más szempontból hangsúlyozzák: azt kívánják vele érzékeltetni, hogy a közlekedés közhasznú tevékenységet lát el, vagyis mint kommunális szolgáltatás jelenik meg.

A probléma ugyanis az, hogy a közlekedés, a maga jelentős állóeszköz igényével egyike a legköltségesebb beruházásokkal rendelkező népgazdasági ágazatnak. Hol van az a határ, amikor egyes szolgáltatásokat akkor is fenn kell tartani, ha az a vállalat belső gazdaságossága szempontjából nem lukratív, vagy egyenesen ráfizetéses? Ennek a határnak a megállapítása most a közlekedéspolitikai koncepció elfogadása után még égetőbben jelentkezik, amikor a közlekedés minőségi paramétereinek kidolgozása folyik és olyan előírásokat kell majd teljesíteni, amelyek a közlekedés üzemi, vállalati érdeke szempontjából igen súlyos megterhelést jelentenek.

Az elméleti közgazdászoknak, a közlekedésgazdaságtan művelőinek tehát tisztázni kell a határterületeket és azt az új gazdasági mechanizmus szellemében kell helyére tenni.

Az új gazdasági mechanizmus, amely a piaci viszonyokat helyezi előtérbe, új gazdasági vizsgálatokat tesz szükségessé. A piackutatás eddig is ismert területe volt a gazdasági vizsgálatoknak, de a piac szabályozása még most kezd tudományos igénnyel jelentkezni. A kereslet és kínálat elaszticitásának vizsgálatára kapitalista közgazdászok többféle elméletet dolgoztak már ki, de nálunk a piac más elemekkel jelentkezik. Itt állandóan szabályozott keretek között folyik a verseny. Ezeket a kereteket elméletileg is meg kell határozni és — ami még ennél is fontosabb és a tudományos kutatás célját szolgálja — meg kell állapítani azokat a módszereket, melyek segítségével a piac-szabályozás politikáját meg lehet határozni.

Mindéz nemcsak közlekedési probléma és ezért az első lépések megtétele nem is a közlekedésgazdaságtan feladata. Ennek ellenére sok olyan sajátos jelenség figyelhető meg, mint a közlekedési piac egyenlensége, az egyes esetekben megnyilvánuló gazdasági monopolhelyzetből eredő egyoldalú szemlélet stb. Szükséges tehát, hogy ezekkel a jelenségekkel tudományos elemző módszer segítségével foglalkozzunk és közlekedésgazdaságtan területén dolgozókkal idejében végeztessünk olyan kutatásokat, amelyek megelőzhetik az e téren esetleg fellépő indokolatlan túlzásokat.

Végezetül a közlekedéspolitikai fogalmával és az ebből levonható következtetésekkel kell foglalkozni. CZÉRE B. tanulmánya a közlekedéspolitikának az irányító-tevékenység jellegét emeli ki, amely mint az ország gazdaságpolitikájának egyik szektora, szoros kapcsolatban áll a gazdaságpolitikai irányítás más területeivel.

A közlekedéspolitikai az általános politikának és ezen belül a gazdaságpolitikának része.

A Magyar nyelv értelmező szótára (Akadémiai Kiadó 1961.) a politika fogalmáról a következőt írja: „az államvezetés és kormányzás egészében vagy egy-egy ágazatában és a nemzetközi kapcsolatokban követett osztályérdekektől meghatározott alapelvek összessége és a megvalósulásukra irányuló társadalmi tevékenység”.

Hasonló elvek szerint fogalmazza meg a gazdaságpolitikát: „Valamely ország kormányzatában a gazdasági életet irányító intézkedések alapelveinek összessége, rendszere, illetve ezek érvényesítése”.

Ha most definitív meghatározására törekszünk, akkor a logika szabályai szerint a *genus proximum* keresése az első feladat. A két ismertetett meghatározóból az tűnik ki, hogy a politika kettős *genus proximumot* tartalmaz, az egyik „az alapelvek összessége”, a másik „ezek érvényesítésére vonatkozó gyakorlati tevékenység”. Ezt a kettős meghatározást célszerű alkalmazni tehát a közlekedéspolitikai fogalmának meghatározásánál is.

A definíció másik eleme: a *differentia specifica*. A közlekedéspolitikai — természetesen — a közlekedési rendszer fejlesztésével, irányításával foglalkozik. Összefoglalva tehát a közlekedéspolitikai fogalmát megközelítően úgy lehetne meghatározni, hogy a *közlekedéspolitikai nem más, mint a közlekedési rendszer fejlesztésére és irányítására vonatkozó alapelvek meghatározása és ezek gyakorlati érvényesítésére irányuló tevékenység*.

A közlekedéspolitikai teljes területét három vetületben célszerű áttekinteni.

A legfelsőbb szint azt jelenti, hogy itt az alapelveket összefoglaló koncepciókat kell megállapítani. A koncepció meghatározásában van meghatározó szerepe a tudományos munkának. Itt a tudományos kutatások és törvényszerűségek ismeretében kell dönteni és

a döntéseket nagyobb távlatot felölölő koncepcióban kidolgozni. A közlekedés terén ez éppen a közelmúltban történt meg, amikor az Országgyűlés is elfogadta a magyar közlekedéspolitikai koncepciót, amely hosszabb időre irányt mutat a közlekedési rendszer fejlesztéséhez.

Következő a „stratégiai szint”, amikor a szabályozási munkák kerülnek sorra. Itt történik meg a végrehajtáshoz szükséges eljárást szabályozó irányelvek kiadása.

Harmadik a „taktikai szint”, ahol a konkrét döntéseket kell meghozni és a végrehajtást ennek megfelelően irányítani és ellenőrizni.

Nem szabad az egész rendszerben megfeleledkezni a visszacsatolásról, amely adott esetben a gyakorlati végrehajtásból kiindulva visszahat a koncepcióra, sőt — ezen túlmenően — a tudományos kutatásra is.

A közlekedéspolitika keretén belül különös figyelemmel kell kísérni, azokat az elemeket, amelyek a rendszer dinamikus fejlesztése érdekében, vagy a ritmus szabályozása terén szerepet játszhatnak.

Tudomásul kell venni, hogy a közlekedés a társadalmi jelenségek egyik igen bonyolult komplex rendszere, melynek tudományos elemei szinte valamennyi tudományterületre kiterjednek és — mint alkalmazott tudomány — olyan széleskörű bonyolult vizsgálatokat tesz szükségessé, melyek csak egységes irányítás és sokoldalú tudományos felkészültség mellett végezhetőek el.

Visszatérve a közlekedéspolitika fogalmi meghatározásához, a definíció lényeges eleme tehát az, hogy a közlekedéspolitika nemcsak a közlekedés irányításához szükséges döntéseket és legfelsőbb irányítását foglalja magában, hanem a vezetés többi elemeit és a végrehajtást is a közlekedéspolitika keretében vonja.

A közlekedéspolitika ajánlott meghatározása nemcsak abból a szempontból jelentős, hogy szélesebbre nyitja a kört, hanem a tartalmi különbség szemléletbeli változást is hoz magával. Azzal, hogy a közlekedéspolitika magában foglalja a konkrét gyakorlati végrehajtást is, ezzel nemcsak a központi irányítást, hanem a közlekedés valamennyi végrehajtó dolgozóját is a közlekedéspolitika aktív részévé teszi.

#### HUNKÁR DÉNES:

Előjáróban meg kell említeni, hogy a közlekedéstudomány alkalmazására, ill. a praktikum által felvetett szakkérdések kellően, tehát tudományosan megalapozott megválaszolására hazánkban nemcsak a magyar közlekedésgazdaság területén van nagy szükség, hanem ilyen irányú igény gazdasági életünk egyéb területein is megjelenik. A következők a közlekedéstudomány eddigi és jövőbeni eredményeinek országunk külkereskedelmében történő alkalmazásával ill. ilyen irányú természetes igényeivel kapcsolatban néhány gondolatot óhajtanak felvetni. Ily módon is demonstrálni kívánják a közlekedéstudománynak rendkívül komplex jellegét és igen széleskörű alkalmazási területét.

A nemzetközi társadalmi munkamegosztásba történő mind fokozottabb bekapcsolódásunk következtében, országunk és a földrajzilag közvetlenül hozzákapcsolódó területek, ill. a nemzetközi gazdasági társulások (KGST, Közös Piac, EFTA stb.) országai területén túlmenően is, foglalkoznunk kell a közlekedéstudomány körébe tartozó problémákkal.

A szinte korlátlan nemzetközi fuvarpiaci verseny következtében, a nemzetközi fuvarpiacra jelenlevő egyes vállalatok tevékenységét a közlekedéstudomány módszereivel, némely esetben azok üzemgazdasága szintjéig célszerű, sőt gyakran szükséges is elemezni, hogy jövőbeni piaci versenyképességük lehetőségeit objektíven tudjuk megítélni. Konkrét példa erre az, hogy a nemzetközi légifuvarozási ill. tengerhajózási beruházásaink ill. egy-egy útvonalon történő forgalomfelvétel előtt, a piacon már jelenlevő konkurens vállalatok üzemgazdasági adatai segítségével, beható elemzések útján, igen fontos közlekedésgazdasági következtetésekre juthatunk a fuvarpiacra követendő, jövőbeni magatartásunkat és üzletpolitikánkat illetően.

Ugyancsak külföldi területére, gazdasági környezetére vonatkozóan kell közlekedésgazdasági kérdésekkel foglalkoznunk, amikor magyar vasúti ill. közúti járműveket kívánunk exportálni. Minél élesebb ugyanis az értékesítési piacon a verseny — amely piacot ezért mindenkor vevő piacaként kell tekintenünk — annál elengedhetetlenebb, hogy az adott ország vonatkozásában, az általunk exportálni kívánt jármű, az ottani gazdasági, üzemeltetési körülmények között, a vevő ill. üzemeltető szempontjából felmerülő, fajlagos költségeket lehetőleg a konkurens gyártmányok vonatkozó üzemeltetési adataival összevetve, előre tudjuk kalkulálni. Ilyen összehasonlítások prezentálása a vevő felé — közvetlen tapasztalataink szerint is — rendkívül előnyösen befolyásolják exporteladásaink lehetőségeit.

Erre azonban csak akkor van lehetőség, ha az értékesítő külkereskedelem szakemberei, a közlekedésgazdaságtan-üzemtan területén, bel- és külföldi viszonylatban egyaránt, alapos jártassággal rendelkeznek.

Rá kell mutatni arra is, hogy közlekedéstudományunk eddigi ismeretanyagával, valamint újabb és újabb kutatási eredményeivel jelentős mértékben járul hozzá külkereskedelmünk hatékonyságának fokozásához oly esetekben is, amikor hazai fuvarszköz devizakímélő ill. —-szerző tevékenységtől teljesen függetlenül is, a világ úgyszólván minden részével folytatott külkereskedelmi áruforgalmunk kapcsán, az optimális fuvarirányítási útvonalat kívánjuk megállapítani annak érdekében, hogy exportunkat versenyképesebbé, importunkat olcsóbbá, tranzit-forgalmunkat a konkurens útvonalakhoz képest pedig vonzóbbá tegyük. A nemzetközi fuvarozás és szállítmányozás gazdaságilag optimális lebonyolítása ugyanis a közlekedés-technika jelenleg is tapasztalható rohamos fejlődése következtében igen komoly, nemzetközi közlekedésgazdasági, üzemtani és közlekedéspolitikai ismeretek ill. azok állandó további bővítése és állandó szinten tartása nélkül, ma már aligha lehetséges.



# A VASÚTI KÖZLEKEDÉS FEJLESZTÉSÉNEK TUDOMÁNYOS PROBLÉMÁI

RÖDÖNYI KÁROLY

A tanulmány az alábbi problémákat elemzi: A vasúti közlekedés, mind a tudomány és technika eredményeinek élenjáró felhasználója, és ösztönzője. A vasút szerepe az ország közlekedési rendszerében. A komplex fejlesztés igényei. Tudományos fejlesztési problémák a biztonság, sebesség a tömegesség és rendszeresség átfogó műszaki-üzemi-gazdasági paraméterek szerint. Az automatizálás, a kibernetika felhasználása. Az ember fiziológiája, biológiája, pszichikája a vasúti közlekedésben és üzemben. A szellemi követelmények okozódása, a tudomány fejlesztésének igénye.

## 1. Általános megállapítások

Korunkban a tudomány és technika szédületes gyorsaságú fejlődése a termelés irányítóinak nélkülözhetetlen feladatává teszi a tudományos eredmények fejlődésével való lépéstartást, azok gyors, hatékony felhasználását. Az *alaptudományok* művelői kutatásaikkal gyors egymásutánban új összefüggéseket tárnak fel, új megismerésekkel gazdagítanak, a világ építőköveinek megértéséhez vezetnek el sokszor anélkül, hogy azok végső felhasználásának lehetőségeit áttekintnék, előre látnák. Az hogy a tudomány haladása olyan gyors, hogy megelőzi annak termelésben való hasznosítását, mindenképp arra kell késztesen, hogy lépést tartva az elért eredményekkel ismerjük fel a tudományok fejlődési irányait, ezek várható hatásait. Az *alkalmazott tudományoknak* kell ezekből felhasználni azokat, amelyek az adott termelési feladat fejlettebb, jobb, gazdaságosabb megoldását segítik elő.

A közlekedés és mindenekelőtt a vasúti közlekedés történetének egész folyamán a tudomány és technika eredményeinek egyik élenjáró és széleskörű felhasználója volt. Az energetika, a mechanika, az optika, az elektrotechnika, az automatika és még sok más tudományterület eredményei, alkotásai a vasúti közlekedésben viszonylag rövid idő alatt felhasználásra kerültek. Gondoljunk csak arra, hogy a gőzgép feltalálása, miután a hajózás alkalmazkodási területét, hatósugarát addig elképzelhetetlen mértékre növelte, olyan vasúti közlekedési rendszer kialakulását tette lehetővé, amely az egész szárazföldet behálózó vonalaival, a termelés, a társadalom fejlődés egyik legfontosabb tényezője, összekapcsoló technikai eleme lett.

A társadalmi fejlődés, a kultúra, a civilizáció széleskörű kiterjedése az urbanizáció rendkívül megnövelte az utazási, közlekedési igényeket. Mindez a tudomány, a technika és a vasúti közlekedés között megszámlálhatatlan kölcsönhatást, új- és újabb eredményeket teremtett. A társadalmi életben oly nagy fontosságú helyváltoztatási szükségletek kielégítésében döntő szerepet elfoglaló vasúti közlekedés technikával, tudományokkal szembeni igényei számos tudományos fejlesztésre hatott ösztönzően. Sok technikai eszköz a vasúti közlekedés számára, annak igényei alapján készült, mint pl. a vaspálya, a hidak, a biztosítóberendezések, a távirányítás; sőt több berendezés mint pl. a diszpécser rendszer a közlekedés területén született meg s az után került a termelésbe, a különböző technológiai folyamatok operatív irányítására.

E néhány utalás csupán arra kívánt rámutatni, hogy *a tudomány, a technika előrehaladása determinálja a közlekedés s ezen belül a vasút fejlődését* s így nélkülözhetetlen az alaptudományok fejlődési tendenciáit ismerni, figyelemmel kísérni s az alkalmazott, a fejlesztési kutatásokat serkenteni, előmozdítani, eredményeiket a gyakorlatba átültetni. A világ vasutainak munkáját, fejlődését áttekintve egyértelműen azt tapasztalhatjuk, hogy a vasutak a tudományos szellemi és anyagi kapacitást ugrásszerűen növelik, a műszaki-üzemi gazdasági fejlesztést mind több területen tudományos alapokra helyezik. Ez a folyamat a mi vasútunknál is megindult, a fejlődés azonban egyenlőtlen. A megtorpanások, lemaradások objektív és szubjektív okaival most nem foglalkozva az a meggyőződésem, hogy ezeket a nehézségeket leküzdve nagyobb erővel kell fejlesztenünk tudományos bázisainkat, az alap- és alkalmazott tudományok nyújtotta lehetőségek kihasználását, a vasút szellemi kapacitását. Ezt nemcsak a magasabb színvonalú szellemi munka, hanem az a számtalan műszaki-üzemi és gazdasági fejlesztési igény is megköveteli, amelyekre a továbbiak — természetesen a teljesség igénye nélkül — gondolatébresztően utalni kívánnak.

A tudomány, a technika fejlődése, gyors előretörése, a legutóbbi évtizedekig statikus jellegű vasúti közlekedést ebből az évszázados állapotból ki-mozdította és ma is erős dinamizmusban tartja. Korunk jellegzetessége az egy-egy problémára található megoldások sokasága és sokszorossága különösen sokrétű és nehéz feladattá teszi annak elhatározását, hogy az egyik vagy másik megoldás alkalmazása szolgálja-e a legjobban a jelen és a jövő vasútját, s ezen keresztül a termelés, a társadalom további fejlődését.

A vasutat mint a gazdasági élet, mint a technika szerves részét kell tekintenünk s nem szabad önmaga felé fordulóan, elszigetelten, öncélúan fejlesztenünk. Ez az egységben való szemlélet azt kell eredményezze, hogy jobban ki kell tárnunk a kapukat minden újdonság előtt s azon kell törnünk a fejünket, hogy lehet ezeket a legjobban felhasználni, hasznosítani a vasút területén. Mindez azt követeli meg, hogy a vasúti közlekedés létesítményeinek,

berendezéseinek és eszközeinek fejlesztését célzó — a műszaki-gazdasági tudományok jóformán egész területével kapcsolatos — tudományos eredmények adaptálását, a tudományos technikai gazdasági vizsgálatok, kísérletek, elemzések céljait és irányait a vasúti üzem sajátosságai, üzemi igényei és gazdaságosságának követelményei szerint úgy szabjuk meg, hogy azokkal a vasút többi közlekedési ágazatokhoz viszonyított sajátosságait az egész közlekedési rendszerbe harmonikusan beillesszük.

A vasútnak, amely alkalmas arra, hogy technikai és gazdasági szempontból még nagyobb teljesítőképességet fejtsen ki olyan mértékben marad meg a távlatban is tevékenységi területe, hogy az egész ország közlekedésének továbbra is gerincét képezheti. Ezt a küldetését a vasút csak akkor tudja teljesíteni, ha az új technika jegyében és ösztönzésére — úgy ahogy azt a tudományok lehetővé teszik — teljesen újjászületik.

Abból az alaptételből kiindulva, hogy a közlekedés térben kiterjedt, bonyolult, dinamikus, ember-gép és folyamatrendszer önként következik, hogy *a vasúti közlekedési rendszer modelljének felvázolásában is érvényesek a közlekedési rendszer általános modelljének bevezető előadásban ismertetett tézisei*. E korszerű szemlélet megalapozottságát a legjobban éppen a vasúti közlekedés történelmi tapasztalatai bizonyítják. A vasúti üzem fejlődésének minden egyes szakaszát a szállítási igényekből fakadó folyamatok változásához való alkalmazkodás, a változások törvényszerűségeinek empirikus megismerésére való törekvés és a rendszer szervezési és műszaki módszerekkel való fejlesztésére való törekvés jellemezte.

A vasúti közlekedés fejlesztésére vonatkozó műszaki, — üzemi — gazdasági főirányok tudományos alapjainak elemzéséhez mindenelőtt utalásokat kell tenni ezek egymással való összefüggése, komplexitása tekintetében.

A bővített újratermelési folyamat körének és volumenének mind nagyobb mérvű kiszélesedése, specializálódásának exponenciális bővülése és szeparálódása, az életszínvonal növekedése, a társadalmi szükségletek bővülése, a kooperációs kapcsolatok fizikai létrehozását megvalósító közlekedéssel szemben mind nagyobb és igényesebb feladatokat támaszt.

A helyváltoztatási igény és kielégítettség közötti mérlegkapcsolat egyensúlya lényegében feltétele a népgazdaság előirányzott fejlődésének, ennek megbomlása károsan hat arra. A sokoldalú kapcsolatok kielégítésére szolgáló egész közlekedési rendszer egységében való vizsgálatának igénye vitathatatlan, hiszen az egyes közlekedési eszközök hatóterülete állandóan bővül és ezek mind sokrétűbben, bonyolultabban kapcsolódnak egybe. A korszerű szállítástechnika olyan megszakítatlan szállítási láncolatokat teremt meg, amelyen belül a termékek mozgatása a termelőtől a fogyasztóig egységes rendszerben történik. Nem kétséges tehát az, hogy a vasúti közlekedés területét érintő fejlesztési kérdések elemzése és eldöntése csak akkor járhat megfelelő eredménnyel, ha az adott kérdést a vonatkozó tudományágak segít-

ségével és felhasználásával kialakított, tervszerűen felépített kérdés-kapcsolat rendszerbe beágyazottan az egyes közlekedési ágazatok között fennálló összefüggések figyelembevételével vizsgáljuk.

Az információ-elmélet nyújtotta legfejlettebb módszerek, a legpontosabban szervezett és funkcionáló statisztikai adatszolgáltatási és elemzési rendszer sem képes csupán egyetlen adattal jellemzést adni valamely közlekedési ágazatnak a közlekedés egészében betöltött szerepéről és a vele szemben támasztott követelményekről akkor, ha azt az objektíven meglévő adat kapcsolataiból kiragadottan kívánjuk alkalmazni, vagy éppen döntések bázisává tenni.

Nyilvánvaló viszont az is, hogy egy-egy közlekedési probléma, vagy éppenséggel egy vasúti közlekedési fejlesztési kérdés vizsgálatánál valamennyi közlekedési vonatkozású kapcsolatot és összefüggést nem lehet szimultán jelleggel és azonos súllyal értékelni, ezek célszerűen hierarchikus sorrendbe sorolva hatnak a horizontális és vertikális kapcsolatok, kapcsolatláncok elemzésére. Az összefüggéshalmaz kiválasztásánál messzemenően segítségül kell hívni az alkalmazott matematika statisztikai matematikai ágazatának, nem különben a valószínűségszámítás tudományának legkorszerűbb módszereit, eszközeit.

E sokrétű komplex feladat részleteinek, megoldási lehetőségeinek ismertetése nem feladatom, ezekre csak azért utaltam, mert meggyőződésem, hogy a vasúti közlekedés fejlesztésének tudományos alapjait is csak a többi közlekedési ágazattal harmonikus egységben lehet felvázolni. Az sem kétséges, hogy a vasúti közlekedésen belüli kérdések vizsgálatánál is nélkülözhetetlen azok kapcsolatainak, kölcsönhatásainak mélyreható elemzése és értékelése.

A vasúti közlekedés fejlesztésének tudományos problémáit kissé közelebbről vizsgálva abból kell kiindulnunk, hogy a vasúti közlekedés általánosan ismert fejlesztési főirányai összességükben, a mindenkor igényelt szállítóképesség kívánt értékének elérését, rentabilisan kell biztosítsák. E jobbra mérhető kvantitatív követelményektől nem vonatkoztathatók el a ma még egzakt módon nem mérhető kvalitatív követelmények sem.

A fejlesztési főirányokat realizálni hivatott műszaki fejlesztési célkitűzések és tervek említett követelményekkel való összevetését kifejező paraméterek, elemzések, hatékonysági vizsgálatok igen széles köre vár még tudományos megoldásra.

A fejlesztés műszaki-üzemi gazdasági paramétereiből a *sebesség*, a *tömegesség* és a *rendszeresség* vizsgálandó meg a tudományos problémák tekintetében elsősorban.

Korunkban valamennyi közlekedési ágazatnál a helyváltoztatás időszükségletének, mint meddőnek tekinthető időnek csökkentése az egyik leg-erősebben elérni kívánt fejlesztési célkitűzés. A személyszállításnál ez vezet az alapsebesség szüntelen növelésére, az áruszállításnál az előkészítési, továbbítási és kiszolgálási folyamatok időszükségletének csökkentésére.

Joggal tehető fel mindenekelőtt az a kérdés, hogy a szárazföldi közlekedésben a sebesség növelésére fordított tudományos, technikai erőfeszítések tudatos arányban állanak-e az időráfordítás csökkentésével, a teljesítőképesség növelésével elérhető eredményekkel és kellően ismertek-e ennek a biológiai, pszichológiai, szociológiai hatásai; vajon a sebesség állandó fokozására fordított hatalmas anyagi áldozatok hatékonyak-e, valóban a társadalom egységes igényét ugyanolyan mértékben képviselik, mint a közlekedési ágazatok közötti verseny követelményeit.

Elmondhatjuk, hogy egyes vonatkozásokban már módunk van néhány tényező összevetésére, de a felvetett kérdés teljes komplexitásában való megválaszolása még sok tudományos vizsgálódást, gazdaságossági, társadalmi hatékonysági elemzést igényel. Tudjuk azt, hogy az áruszállítási sebesség növelésével csökken az úton levő kihasználatlanul fekvő árumennyiség, növekszik az áruk forgási sebessége, javul a vasúti gördülőanyag és helyhez-kötött létesítmények teljesítőképessége, de olyan modellel nem rendelkezünk, amely az így nyert előnyök eléréséhez leghatékonyabb fejlesztési lépéseket meghatározná.

Hasonlóképpen kellően bizonyított összefüggések arra sem állnak rendelkezésre, hogy a személyszállító vonatok alapsebességének növelésénél mik a reális határok hazai viszonyaink között, melyek azok a körülmények, amelyek ennek eldöntését kellően megalapozzák. A vasutak gazdasági érdekei azt kívánják, hogy az önköltségszámításokkal kimutatható leggazdaságosabb sebességet alkalmazzák s egyes vonalakon ezt csak akkor változtassák meg, ha a forgalom növekedése hővívó beruházások nélkül az alapsebesség fokozásával hatékonyan elérhető. Ugyanakkor a társadalmi-gazdasági fejlődés, az életszínvonal növekedés és a többi vasutakkal és közlekedési ágakkal való lépéstartás szempontjai a sebesség fokozatos növelésére inspirálnak. Nem egyértelműek ma még a sebesség és biológiai teherbírás határainak körvonalai, kölcsönhatásai. Nyilvánvaló tehát, hogy a társadalmi, a népgazdasági, a vasútüzemi, a biológiai igények rendkívül sokirányúak, gyakran egymással ellentétesek is, így a távlatokat is szemelőtt tartó, valamennyi tényezőt és hatást számításba vevő tudományos vizsgálódásra, műszaki-gazdasági paraméterekre van szükség a megalapozott, időtálló döntésekhez.

## 2. A pálya és a jármű összehangolt fejlesztése

A sebesség kérdését alapvetően a *pálya és a rajta közlekedő járművek kölcsönhatásában, a műszaki és üzemi biztonság követelményei szerint* kell megvizsgálni. A sebesség növelése a vasúti pályatest vonalvezetését, közelebről az ívsugarakat, a túlemelést és azok kifuttatását, az átmeneti íveket, a lejt-törések kiképzését és a nyomvezetést befolyásolja.

Ismeretes, hogy adott sebességhez és ívsugarhoz található olyan túl-

emelés, amely mellett a támadó erők eredője még megengedhető igénybevétel okoz a vágány és a járművek stabilitása, a rakományok elmozdulás elleni biztonsága és az utasok kényelme szempontjából az oldalgyorsulás kiegyenlítődik. A legnagyobb sebességre méretezett kiegyenlítő túlemelés azonban csak olyan pályákon alkalmazható, amelyekén lényegesen kisebb sebességű vonatok nem közlekednek. Ahol a vonatok sebessége egymástól eltér, az alkalmazott túlemelés csak átlagos sebességértéknél megfelelő, amely az ívben nem léphető túl, nehogy a szabad oldalgyorsulás a megengedett igénybevétel meghaladja.

A mi érvényes előírásaink — a világ többi vasútainál alkalmazottakkal összehasonlítva — kissé konzervatívaknak, óvatosoknak tekinthetők. Nem vitás, hogy ez az óvatosság megfelelt a pályák és járművek korábbi viszonyainak, ezek műszaki állapotának javulásával együtt azonban tudományosan felülvizsgálandók, mert gátolhatják a sebességek növelését.

A pályán a normális fekvésből a túlemelt fekvésbe való átmenetet biztosító átmeneti ív és kifutó lejtő kiképzése igen nagy befolyással van a járművek ívekbe való nyugodt be- illetve azokból való kihaladására. Ezt az átmenetet korábban általában egyenes vonalú lejtővel az ún. klotoid átmeneti ívvel alakították ki, nálunk is ez az általános.

A nagysebességű futásoknál a vasutak tapasztalatai szerint kedvezőbbek az S alakú kifutó lejtők. Így pl. a Tokaido vasúton egy kvadratikussal és trigonometrikussal függvényből állították össze ennek egyenletét. Az ilyen kifutó lejtők vitathatatlanul igen gondos fenntartást igényelnek, azonban a nagyobb sebességekre való áttéréssel kapcsolatban ezt a tudományos problematikát nálunk is meg kellene vizsgálni.

Amikor a vasutak építésével kapcsolatban a nyomvezetés, tehát a nyomkarima, kerékbroncs és sín alakja kialakult nem gondoltak még a ma alkalmazott nagy sebességekre, mégis ez az igen egyszerű rendszer időtállóan bizonyult és az igen nagy sebességeknek is megfelel. Ezt mind a francia nagysebességű kísérletek, mind a Tokaido vasút üzeme bebizonyította.

A fejlődés azonban nyilvánvalóan e téren sem áll meg, a futásbiztonsági követelmények szempontjából a nyomkarima és kerékbroncs megfelelése további tudományos vizsgálódásokat igényel. Hasonlóképpen a hézagnélküli felépítményeken a sínhegesztés lehetővé teszi a sínprofil kedvezőbb kialakítását. A sín keresztmetszeti modulusának növelése ugyanis kedvezően hat az aljak, az ágyazat és az alépítmény igénybevételére.

A vasúti alépítmény szerkezeti kialakításával szemben mind nagyobb követelményeket támasztanak a nagyobb terhelések és sebességek, a korszerű hézagnélküli felépítmény. Hazai vasútvonalaink alépítményei eredeti állapotukban általában nem felelnek meg a nagyobb igénybevételeknek, ezek megerősítését célzó talajmechanikai vizsgálatok jelentős részét a Vasúti Tudományos Kutató Intézet és a Budapesti Műszaki Egyetem Vasútépítési és

Geotechnikai tanszékei elvégezték. A nagy sebességű hézagnélküli pályák létesítésével kapcsolatban azonban még számos tudományos vizsgálatra, kísérletre van szükség. Ilyenek: a beépített, közel egyenletes szemnagyságú talajok benthagyásának, illetve védőréteggént való beépítésének kérdése, az alépitmény alatt fekvő kompresszibilis talajok benthagyásának lehetőségei, a kötött talajú meghibásodott alépitmény helyreállításának feltételei, a javító alágyzat méretezésének és az alkalmazandó anyag minőségi feltételeinek meghatározása, valamint annak vizsgálata, hogy az egyes homoktalajoknál nem következhet-e be veszélyes kilazulást okozó rezonancia egyes diesel mozdonyok közlekedésével kapcsolatban.

A tengelynyomások és a sebességek növekedésével a *felépitmény* olyan módon tartott lépést, hogy növelték a sínek fm. súlyát, emelték a sínanyag szilárdságát, javították a sínek aljakra való leerősítését, növelték az aljak teherbírását, csökkentették ezek távolságát, növelték és javították az ágyazatot. A fejlődés folyamán kialakult 50 kg-ot megközelítő fm. súlyú sínek azonban az igényeket nem mindenben elégítik ki. Ennek okai: a sínfeszültségeket a tengelynyomás  $20 \div 21$  Mp-ra való emelkedése 7,5 %-kal, a nagyobb tengelytávolságok alkalmazása 15 %-kal, a sebességek 160 km/óra emelése 10,8 %-kal, a hézagnélküli felépitményekben fellépő feszültségek 11,7 %-kal összesen 45 %-kal növelik. Gyakorlati példával szemléltetve ez azt jelenti, hogy egy 20 Mp. tengelynyomású mozdony 160 km/óra sebesség mellett a sínben olyan feszültséget ébreszt, mint amilyent egy 1920-as években közlekedett 29 Mp tengelynyomású mozdony.

A kisebb kerékátmérő nagy kerékterhelések mellett jelentősen növeli a sín és kerék nyomási igénybevételét. Ezek az igénybevételek a sínacél folyási határa fölé emelkedhetnek és ezáltal súlyos károkat okoznak az eddig használatos sín felületén, ami csökkenti a sínek élettartamát, megdrágítja a fenntartást.

A kerék és sín közötti felületi nyomás növekedését a sín szilárdságának, súlyának növelésével kell elsősorban ellensúlyozni. Az e célra szolgáló módszereket mint pl. a szén és mangántartalom növelése, a sínfejek fürösztéses edzése, az indukciós edzésekkel való hőkezelés leghatékonyabb a kerékabroncsok kopását sem növelő alkalmazását tovább kell vizsgálni.

Természetesen nem elégedhetünk meg a sín szilárdságának növelésével. Az utóbbi években kiterjedt sínfeszültség mérések arra mutatnak, hogy a jól fekvő felépitményben a feszültségek a sebességgel kisebb mértékben növekszenek, mint azt eddig feltételezték.

Bár az eddigi megállapítások szerint a keresztaljas felépitmény a nagyobb sebességek esetén is megfelel — a fenntartási munkák csökkentése érdekében — mindinkább előtérbe kerül új, ágyazat nélküli olyan felépitmény kialakítása, amelynél a sínek közvetlenül vannak az ágyazat nélküli betonelemekre leerősítve. Bár az ilyen megoldásokra a MÁV vonalain egyelőre

mi még nem gondolhatunk, a tudományos vizsgálatokra azonban különösen a földalatti vasutaknál indokoltan szükség van.

Általánosságban megállapíthatjuk, hogy a pálya szerkezeti elemeit tekintve a fővonalainkon használatos 48,3 kg/fm. súlyú sínekkel készült, vasbetonaljas, hegesztett felépítmény jelenleg még korszerűnek tekinthető — azonban figyelemmel az előzőkben elmondottakra — a fejlesztés során szükségesnek látszik a fővonalakon áttérni a nehezebb felépítményre. Úgy látszik, hogy az UICO-SzZsD által ajánlott ún. area profillal kialakított nehezebb sínek és kitérőszerkezetek a kívánt igényeket kielégítik. Az erre vonatkozó vizsgálatokat, kísérleteket tovább kell folytatni.

A felépítménnyel kapcsolatos hazai vizsgálatoknak igen nagy — külföldön is elismert — múltja van. A hazai kutatások úttörő eredményei közül a *Vasúti Tudományos Kutató Intézet* kivetődési kísérleteire s az ezekből kialakított elméletekre utalok. Örvendetes az is, hogy a hézag nélküli felépítmény további kérdéseinek tisztázására, a vashbetonaljak kialakítására, a Közlekedéstudományi Munkaközösségben és a VTKI-ban ezidő szerint is magas szintű tudományos munka folyik. Ezek eredményeit is felhasználva úgy vélem a további kutató munkák megoldhatják a vázolt vasúti pályákkal kapcsolatos problémákat.

Az egyre nagyobb sebességek elérése érdekében kifejtett törekvésekben a vasutak a természet és műszaki tudományok segítségével a *vontató és vontatott járművek fejlesztése* terén már eddig is jelentős eredményeket értek el világszerte. A gőzmozdonyok közel százéves egyeduralmát a nagyteljesítményű Diesel-motorok megjelenése, a villamosítás előretörése, az energetikai és egyéb műszaki tudományok eredményei nyomán kialakult új gépszerkezetek döntötték meg s ezek vasúti vontatási célokra való kifejlődését a metalurgia, a könnyűszerkezeti anyagok és megoldások, valamint a gépszerkezettan fejlődése tette lehetővé.

Ismeretes, hogy a Diesel-motorok fajlagos teljesítményének növelését a turbófeltöltés, a feltöltő levegő hűtése, a hegesztett acélforgattyúházak kifejlesztése, a nagyobb névleges fordulatszám biztosítása, a könnyebb szerkezetű anyagok alkalmazása tette lehetővé. A villamosítás előretörését az 50 periódusú egy fázisú áramnem és a 25 kV-os feszültség alkalmazása, illetve az ennek megfelelő villamosmozdony kialakítása segítette, ebben hazánk úttörő szerepet játszott.

Az új *energiahordozók* bevezetése a MÁV energiafelhasználásában gyökeres strukturális változást okozott. 1950-ben az összes vontatási teljesítmény 90,2 %-a gőz, 7,7 %-a villamos és 2,1 %-a Diesel vontatásra esett. 1967-ben az összes vontatási teljesítménynek már csak 48,9 %-a volt gőz, a villamos vontatás viszont 20 %-ra, a Diesel vontatás 31,1 %-ra növekedett. Terveink szerint 1980-ra a gőzvontatás teljesen megszűnik, a teljesítmények 55 %-a villamos, 45 %-a Diesel vontatás lesz.



Az új vontatási nemek térhódításának eredményeként a fajlagos hőenergiafogyasztás is igen jelentősen csökkent. A 100 etkm-re eső kcal fogyasztás a gőzvontatásnál az 1950 évi 51 600 kcal-ról 1967-re 45 400 kcal-ra, a villamos vontatásnál 16 600 kcal-ról 7 500 kcal-ra, a Diesel-vontatásnál 7000 kcal-ról 5800 kcal-ra csökkent.

A villamosmozdonyok hatásfokát s ezzel energiafogyasztásának jelentős csökkenését a félvezetős technika fejlődése alapozta meg. Ennek továbbfejlődésével a MÁV is igyekszik lépést tartani, jelenleg két tirisztoros egyenirányítós villamosmozdonyt tart üzemben. Az energetika fejlődésének döntő szerepére mutatnak rá azok a kutatások, és kísérletek, amelyek a gázturbinák vontatási célokra való felhasználására vonatkoznak.

További törekvés az egyenáramú gépek fő hibaforrásának, a kommutátornak kiküszöbölése. Van már olyan megoldás is, amely trakciós motorként a karbantartást alig igénylő rövidrezárt kalickás forgórészű indukciós motort használja. Még további fejlődést jelent a lineáris motor alkalmazása. Az erőátvitelt vezérlési rendszert, segédberendezéseket egységesítik, automatizálják a sebesség-szabályozást, a túlterhelés elleni védelmet.

Általános törekvés a fődarabok gazdaságos élettartamának növelése, egyenélettartamának biztosítása, az önálló, külön-külön cserélhető fődarabokra tagolása. A vasúti járművek gyártásánál, fenntartásánál mind nagyobb jelentősége van a röntgenvizsgálatoknak, illetve a rádióaktív anyagokkal való átvilágításnak, különösen a hegesztett konstrukciók (szekrényvázak, alvázak, forgóvázak, Diesel-motor forgattyú szekrények) gyártásközbéli és időszakos ellenőrzésénél.

Az ultrahang vizsgálatok különösen az üzemközbeni ellenőrzéseknél, az izotópos vizsgálatok a Diesel-motorok fejlesztésénél nélkülözhetetlenek.

Az előzőekben vázolt fejlődési célkitűzések, vizsgálati eljárások úgy vélem kellően utalnak azokra a kutatási irányokra, feladatokra, amelyek a műszaki tudományok, a gyártás, a vasútüzem területén előttünk állanak.

A távolabbi perspektívában a villamosvontatás energetikai szempontból való hatékonyságát sokszorososan növelheti az atomhasadásra alapozott energiatermelés, de az atom tüzelőanyagként való alkalmazásának lehetősége megint más irányt ad majd a vontatási rendszerekben. A nagy távlati fejlődési lehetőségek között szerepel a tüzelőanyagcellák alkalmazása, amely a villamos vontatás gyökeres átalakulását eredményezheti, mert szükségtelessé teszi a nagy beruházási igényt jelentő felsővezetékek, villamosállomások építését. A sebességek növelése a korszerű műszaki tudományos kutatási eredmények felhasználását igényli a *kocsipark* fejlesztésénél is. A hazai forgalomban 120 km/ó, a nemzetközi forgalomban 160 km/ó mértékadó sebességre épített személykocsiknál a minden szempontból megfelelő futásjóság biztosításához kielégítő futóművek a lengéstanai problémák (légrugók, lengéscsillapítók, tárcsás fékek) megoldásán kívül számos anyag-minőségi és techno-

lógiai problémát is felvetnek. E vizsgálatok, számítások volumenére és igényességére utal az, hogy pl. a korszerű személykocsik méretezésénél, a szilárdságtani, hőtechnikai, elektrotechnikai stb. problémák sikeres és optimális megvalósítása érdekében számítógépes eljárást alkalmaznak.

A kényelmes és civilizált utazás színvonalának növelése a *személykocsik* fejlesztésénél még számos a természet- és műszaki tudományok, a biológiai és orvosi tudományok körébe tartozó feladatok megoldását kívánja meg. Néhány jelentősebbet említve: a futásjóság biztosítása mellett a klimatizáció, a zajszint csökkentése érdekében a kocsiszekrények hőszigetelése, zajvédelme megfelelő hangszigeteléssel való ellátása, mind nagyobb fontosságúvá válik. A fáradságérzet csökkentése az orvostudományi követelményeknek megfelelő ülések kialakítását kívánja meg. A higiéniai követelmények a megfelelő belső műanyagburkolást, egészségügyi berendezéseket elengedhetlenné teszik.

A nemzetközi műszaki tudományos együttműködés keretében kifejlesztett standard típusú *teherkocsijaink*, amelyeket korszerű nemzetközileg egységesített cserélhető alkatrészekkel szereltek fel, a nemzetközi előírásokban megszabott legalább 80 km/ó követelménynek megfelelnek. A további fejlődés igényei azonban — elsősorban a transzkonténeres szállítások fejlődéséhez 120 km/ó sebességgel való közlekedésre alkalmas, ütközéseket csillapító berendezéssel felszerelt platójú, speciális pórkocsik forgalomba-helyezését követeli meg.

Az önsúly-raksúly kedvező alakulását a korszerű méretezési elvek mellett a nagyobb szilárdságú, rozsdamentes acélanyagok, könnyűfém ötvözetek, valamint a műanyagok fokozott mértékű alkalmazása teszi lehetővé. A teherkocsik állékonyságának növekedését s ugyanakkor önsúlyuk csökkentését célzó kísérletek közül a KGST által bevezetett „ökonómikus” kisebb falvastagságú acélgerendák alkalmazása említendő meg.

További műszaki-szervezési feladatot jelent a központi önműködő kapcsolószerkezetek gyártásának, felszerelésének minél hatékonyabb megoldása.

A nagysebességű biztonságos közlekedés elengedhetlen alapkövetelménye az áramlástan, elektrotechnika és automatika eredményeinek komplex felhasználásával korszerű, nagyteljesítményű fékberendezések kifejlesztése.

Az eddig vázoltakban is igyekeztem kifejezésre juttatni azt, hogy a korszerű vasúti jármű és pálya fejlesztésénél arra kell törekedni, hogy a jármű és a pálya együttműködése műszaki és gazdasági szempontból a mindenkori technikai színvonalnak megfelelően a lehető legelőnyösebb legyen.

A jármű vágányon történő futása számos olyan kérdést vet fel, amelyeknek megválaszolásából külön tudományág van kifejlődőben: a vasúti futástechnika. Ez a tudományág a vasút továbbfejlődésének és jövőjének egyik fontos alapja, amely a két együttműködő kapcsolt elem arányos és minden kölcsönös szempontot figyelembe vevő korszerűsítését és fejlesztését vizs-

gálja és vizsgálatainak eredményeként kiszabja az elemek fejlesztésének részfeladatait.

A pálya és a jármű kölcsönhatása szempontjából egyrészt a *futásbiztonsági* követelményeket, másrészt a *futásjósági* igényeket kell megállapítani. A futásbiztonsági követelmények szempontjából az új kerékprofil és az új sínprofil már említett kapcsolatán kívül szükség van a kopott profiloknak egymással, illetve az új profilokkal való kapcsolódását is vizsgálni. A futásbiztonsági követelményeknél vizsgálni kell, hogy nagysebességeknél mekkora terelőerők lépnek fel a nyomkarima és a sín érintkezési helyein. A pályát és a járművet ezen igénybevételek figyelembevételével kell tervezni. A futásjósági követelmények megállapításánál figyelemmel kell lenni az utazás kényelmének fokozására és a jármű, valamint a pálya elhasználódásának csökkentésére.

A kerékabroncs és a sín anyagának megválasztásánál figyelembe kell venni a sín és az abroncs elhasználódás összefüggését a választott anyagok szakító-szilárdságával, az alkalmazott hőkezelési eljárásokkal és a kapcsolódó kerék, illetve sín felületek felületi finomságával. A nagysebességű vontatásnál igen nagymérvű nyomkarima és sínoldal-kopás lép fel, ha az anyag szerkezeti követelményeket nem állapítják meg helyesen. A sínek vagy a nyomkarima edzése esetén a nyomkarima hajlat megfelelő kenéséről gondoskodni kell, hogy a nagymérvű nyomkarima kopás ne következzen be.

Külön figyelmet érdemel a pályán jelentkező hullámos kopás, melynek következtében a járművön olyan függőleges lengések keletkeznek, melyeknek hullámhossza a sebességtől függetlenül állandó. A 0,1—0,3 amplitudójú hullámos kopás 200 km/h sebességnél korszerű mozdonyoknál már mintegy 4 tonna keréknyomás csökkenést okoz.

A járműszerkezeti részek megfelelő konstrukciós fejlesztésével a pályát érő erőhatások csökkenthetők. Erre vonatkozóan az alábbiakat kell elsősorban vizsgálni:

- a futómű kialakítását, tengely-elrendezését;
- a tengely-hajtómű befolyását a rugózatlan tömegek csökkentésére;
- a rugózás befolyása a tengelynyomás kiegyenlítésére;
- lengéscsillapítók, kigyózásgátló szerkezetek alkalmazásának lehetőségeit a járműlengések csökkentésére;
- a szekrény felfüggesztés és a szekrényrugózás kialakítását;
- a kerékugrozás és gumirugók alkalmazását.

A sebesség növelésével együttjáró *biztonsági követelmények* vázolt műszaki fejlesztésekkel elérhető kielégítése nem zárja ki azokat a baleseti veszélyeket, amelyek emberi tévedések következményei. E helyen csupán arra utalok, hogy a nagy sebességek mellett mind több olyan biológiai, fiziológiai, pszichikai jelenség áll elő, ami a tévedésmentes figyelő és cselekvőkészséget csökkenti. Azonos időintervallumban ugyanis több jelzés gyorsabb és biztosabb

apercipiálására van szükség, a jelzések alapján a mozdonyvezető döntésének és ténykedésének a pillanat törtrésze alatt kell végbemenniük.

Mindezek következtében az *automatizálás* mind szélesebb körű bevezetésének szükségessége olyan korszerű az elektronika majdnem minden vonatkozású alkalmazását igénylő vasúti állomási és nyíltvonali biztosítóberendezések kialakítását kívánja meg, amelyek fokozott kutatásokat, műszaki fejlesztést és ipari háttérrel igényelnek nemcsak a leghatékonyabb berendezés kiválasztása, hanem annak gazdasági vizsgálata vonatkozásában is.

A ma még csak egyes vonalszakaszokon üzemben levő önműködő vonatmegállító berendezések további kiépítése, a mozdonyok automatikus berendezésekkel való felszerelése a hazai gyártás tudományos problémáinak továbbművelését kívánja.

További lépést az *automatikus vonatvezérlés* jelent, melynek legfejlettebb változatában a vezérlőberendezés a vonalról, a vonatról és mozdonyról, az előtte haladó vonatról érkező információk alapján biztosítja a vonatközlekedés biztonságát és megvalósítja a vonat optimális mozgását oly módon, hogy a kibernetikai központ részéről megadott menetidő betartása minimális üzemanyag vagy elektromos energia felhasználásával váljon lehetővé. E rendszerben a vonatforgalom lebonyolítását megvalósító számítógépek és automaták komplex egységet, bonyolult kibernetikai rendszert képeznek, amely azonban változatlanul csak mint ember-gép rendszer képzelhető el. A vonatfogalom irányításának automatizálása terén elért nagy eredményeket szemléltetni pl. az, hogy USA vasútjain kb. 50 ezer km-es hálózaton, a Szovjetunióban pedig mintegy  $12 \div 13$  ezer km-es hálózaton már központi forgalomirányítást vezettek be.

Nyugat-Európában e berendezések létesítése most indult meg, jelenleg a legnagyobb kb. 750 km-es központi forgalomirányítással felszerelt hálózattal a svéd vasutak rendelkeznek.

A MÁV-nál a törzshálózatra koncentrálva az állomási és vonali alapberendezések automatizálása folyik, a központi forgalomirányító berendezés kialakításához a külföldön már üzemelő különféle típusok értékelés alatt állnak. Kísérletképpen a Mezőzombor–Nyíregyháza vonalszakaszra szovjet tervek és gyártmány alapján, a Szovjetunió vasutain használatos frekvenciakódos távvezérlő berendezést telepítik. A hazai viszonyokra mindenben alkalmas rendszer kialakítása természetesen még igen sok kutató munkát, kísérletet követel meg.

Előttünk áll már a következő fejlődési fok az autodiszpécser alkalmazása, amely már az ember-gép rendszerben az első fokozatban tanácsadói, a második fokozatban félautomata, majd a harmadik fokozatban automataként működik. E fejlődési fokozatok elérésétől ma még távol vagyunk, de ha nem akarunk lemaradni már most meg kell kezdeni e rendszerek tanulmányozását, tudományos adaptálását.

A tömeges szárazföldi helyváltoztatások megvalósítására technikai elemeinek sajátosságaiából adódóan elsősorban alkalmas vasúti közlekedés, a kocsik befogadóképességének, a vonatok súlyának és sebességének növelésével, a járat gyakoriság sűrítésével törekszik az igények kielégítésére.

Az előzők már utaltak azokra a problémákra, amelyek a *pálya megengedhető tengelynyomásával* kapcsolatosak. A vontatójárművek kifejlesztése szempontjából vizsgálva a kérdést rá kell mutatnom arra, hogy a megengedhető tengelynyomás sokrétűsége egyrészt lassítja a dieselesítést, vagy villamosítás ütemét, másrészt növeli a vontatójárművek típuszámát, ami javítási és fenntartási költségnövekedéssel jár.

Ebből a szempontból a MÁV vonalhálózata kedvezőtlen helyzetben van. A jelenleg mintegy 2200 km hosszú 12 Mp vagy ez alatti tengelynyomású és mintegy 1900 km 14 ÷ 18 Mp tengelynyomású vonalhálózat nem teszi lehetővé az egységes vontatójárműpark kifejlesztését. A 18 Mp-nál nagyobb tengelynyomású, mintegy 5000 km hosszú vonalon a tömegesség növekedése 3000 ÷ 4000 LE teljesítményű vontatójárműveket kívánna, amihez általában 18 ÷ 22 Mp tengelynyomásra lenne szükség.

A tudomány és a technika (folyadék-elmélet, villamosgépek konstrukciója és gyártása, statikus és vezérelt egyenirányítás stb.) fejlődése, és a vontatójárművek szerkesztésében és gyártásában való alkalmazása lehetővé tette, hogy tengelynyomás növekedés nélkül is nagy teljesítményű vontatójárműveket lehessen építeni.

Diesel- villamos mozdonyoknál elsősorban a váltakozóáramú generátor alkalmazásával lehetett tengelynyomás növekedés nélkül a mozdony teljesítményét növelni, megtartva a kitűnő vontatási tulajdonságokkal rendelkező egyenáramú soros vontatómotorokat. Az elektronika rohamos fejlődése azonban a vontatómotorok jellegében is okozhat forradalmi változást (soros jellegű vontatómotorok, amelyeknél a kommutátorokat tirisztorok helyettesítik).

A Diesel-hidraulikus mozdonyok kis fajlagos súlya és kedvezőbb karbantartási költsége már régóta ismeretes. Alkalmazásának első idejében 300—500 LE egységeket építettek. A folyamatos továbbfejlesztés eredményeként ma már 2000 LE teljesítmény feletti hajtóműveket is gyártanak kedvező vontatási és gazdaságos üzemeltetési tulajdonságokkal.

A kistengelynyomású vonalak korszerű vontatójárművel való ellátására elsősorban a hidraulikus vagy hidromechanikus vontatójárművek beszerzése látszik célszerűnek. Ilyen vontatójármű kifejlesztésén dolgozik a Ganz-Mávag gyár a vasút szakembereivel szorosan együttműködve. Ezt a vontatójármű típust 800 LE-s Dieselmotorral, 10 Mp tengelynyomással, hidromechanikus hajtási rendszerrel, 70/100 km/ó áttételes végsebességgel, kardántengelyhajtással tervezik. A motorvonat összeállítása: egy poggyászmotorkocsi, négy mellékkocsi, egy vezetőláncos mellékkocsi. Utóbbiban villa-

mos fűtőberendezést helyeznek el. Ez a motorvonat — amennyiben az igények szerint elkészül, még távlatokban is kielégíti a mellékvonali személy- és teherközlekedés igényeit.

Mindezek a technikai lehetőségek egyben azt is megkövetelik, hogy a hazai viszonyainknak, elegyáramlásunknak legjobban megfelelő vonatsúlyokat tudományosan meghatározzuk, a vontatójármű és vonatsúly adott vonalon optimális műszaki-gazdasági összefüggéseit feltárjuk. Igen sok műszaki-üzemi és gazdasági problémát vet fel a *vonatok befogadóképességének és gyakoriságának* megfelelő szintű biztosítása.

E két követelmény nem egyértelműen befolyásolja az üzem gazdaságosságát. Addig, amíg a befogadóképesség növelése általában fokozza az üzem gazdaságosságát, a vonatsúly rovására történő járatsűrítés ellenkező irányú hatást válthat ki. E két tényező dialektikus egységben való vizsgálata, a járat-kapacitás és járatsűrítés optimális mértékeinek meghatározásával is adós még a közlekedéstudomány.

A vasút és az utasok, fuvaroztatók közötti összekötő kapcsolatot megteremtő állomásoknak a települési, közúti forgalmi és vasúti üzemviteli igényeket mind differenciáltabban kell kielégíteniök. Az *urbanizáció* gyorsütemű növekedése következtében emelkedik a potenciális vasúti utasok száma, s ezzel a kapcsolatot megteremtő állomás elhelyezésének lakosság szempontjából való legelőnyösebb megoldása. Igen sokrétű vizsgálatok dönthetik el azt, hogy a város belső magjához közel fekvő fejpályaudvarok fenntartása valóban olyan előnyöket jelent-e a lakosság részére, amely a vasút szempontjából előnyösebb átmenő pályaudvarok kiképzése ellen döntőek lehetnek. E vizsgálatoknak a települési, városrendezési, közúti forgalomtechnikai, parkolóterületi, munkaügyi, szociális és kulturális vonatkozásokra egyaránt ki kell terjedniök. Az állomási személyforgalmi berendezések kialakításánál az utasáramlatok, az utasbiztonság és utaskiszolgálás igényeit is csak akkor elégíthetjük ki a felhasználható anyagi erőforrásokkal, ha ezeket reprezentatív felmérésekkel, megfigyelésekkel megismerjük és megfelelően előrevetítjük.

### 3. A fejlesztés ésszerű területi megoszlása

Az áru fuvarozási sebesség növelése — amelynek egyik feltétele az elegytovábbítás gyorsasága — a rendezési munka koncentrációját és racionalizálását követeli meg. E követelmények kielégítésének eredményességére utal pl. az, hogy Angliában a Thortoni rendezőpályaudvar néhány évvel ezelőtti megnyitása 4, a Temple Millis rendezőpályaudvaré pedig 10 kisebb rendezőpályaudvar bezárását tette lehetővé.

Igen fontos és sokoldalú vizsgálatot igénylő kérdés nálunk is a *nagyterjesztőképességű rendezőpályaudvarok telepítésének komplex* kérdése. Mindaddig, amíg az egész hálózat elegymozgásából kiindulva a középállomások

elegymozgásán át valóság-hű adatokra támaszkodva a rendezési helyek idő és költségfüggvényben való meghatározására átfogó tudományos módszerek nem állanak rendelkezésre, a meglévő rendezőpályaudvarok korszerűsítésére áldozott nagy összegek optimális hatékonyságú megtérülése egzakt módon nem biztosítható.

A koncentráció természetesen csak nagy teljesítmények elérése útján lehetséges, ami a rendezési munka mind teljesebb gépesítését, illetőleg automatizálását kívánja meg. Ezek kifejlesztése és tökéletesítése érdekében a vasutaknál igen mélyreható kutató munka folyik, amelyek eredményeként már megvalósult a gurítófej kiterőinek betárolás alapján történő automatikus állítása, az érkező vonatok pontos elemzésének előre jelzése, ipari TV útján történő ellenőrzése, betárolása, a számadások csőposta útján való továbbítása; a guruló kocsik súlyfüggésű fél-automatikus fékezése; a kocsik gurítás közbeni mérlegelése. A gurítódombról szabadon lefutó kocsik teljesen automatikus sebesség szabályozása kifogástalanul még nem valósult meg, egyes vasutaknál előrehaladott üzemszerű kísérletek folynak.

A rendezőpályaudvarok sokrétű problematikájával kapcsolatban figyelmet érdemel a *fuvarozásszervezés* olyan formája, amely nagyszámú közvetlen vonat közlekedtetésével a rendezési szükségletet nagymértékben csökkenti.

A külföldi vasutaknál elért eredmények hazai adottságainknak megfelelő adaptálása még sokrétű vizsgálatokat, kísérleteket igényel. További eredményeket várunk azoktól a kocsienállásokra vonatkozó vizsgálatoktól, amelyek e kérdéskomplexummal a Közlekedéstudományi Munkaközösségben folynak.

Nem becsülhetők le azok a még sok tekintetben vizsgálatot igénylő feladatok sem, amelyek a *körzeti állomások* optimális kialakítására, a *vasút és gépjárműközlekedés együttműködése* technikai feltételeinek meghatározására és kimunkálására, a *rakodásgépesítésre*, a *szállítótartályos és egyéb kombinált fuvarozási módokra* vonatkoznak. A tudományos fejlődés ma már minden lehetőséget megad arra, hogy a technikai fejlesztés tervei tudományos feltárásokon alapuljanak, kiterjedésük, mennyiségi és minőségi jellemzőik igazolt módszerekkel ellenőrizhetők legyenek.

#### 4. A közlekedés rendszerességének fokozása kibernetikai módszerek alkalmazásával

A rendszeres, állandó vasúti közlekedésnek egyik jellemzője a *helyváltás szabályszerű ismétlődése*. Ennek eldöntése és mérése, hogy egy ország vasúti közlekedése a rendszeresség igényét milyen mértékben elégíti ki sok tényező vizsgálatát, elemzését igényli. A személyszállításban a *menetrendek* szigorúan kötöttek a rendszeresség ezzel biztosított, az igényeknek azonban

csak akkor felelhetnek meg, ha minél jobban alkalmazkodnak az utazási szükségletekhez. A kiinduló feltétel az utazási szükségletek mélyreható megismerése tekintetében még sok tennivaló van. A tudományos kutatásoktól várjuk annak eldöntését, hogy milyen kiterjedésű és mélységű reprezentatív adatfelvételre van szükség térben és időben a rendkívül differenciált igények alapos megismerésére. Hangsúlyozni kell, hogy ha olyan módszert adnak, amely a gyakorlatban megfelelően végrehajtható, nemcsak alkalmazkodóbb lesz a menetrend, hanem arra is lehetőség nyílik, hogy az egyes vonatszerelvények ezeknek megfelelően kerüljenek összeállításra. Az áruszállításban hasonló vizsgálatok eredményeként kell mind több olyan menetrendszerinti vonatot beállítani, amelyek a fuvaroztató felek igényeit minél jobban kielégítik.

A menetrendszerkesztésben alkalmazott új módszerek, kibernetikai eljárások további lépést eredményeznek ennek jobbá tételében, valóban kifogástalanok azonban csak akkor lehetnek, ha a befolyásoló tényezőket sokoldalúan figyelembe veszik.

A kényszerpályás vasúti közlekedés alapfeltétele, a meghatározott rend természetes forrása a szállítási munkafolyamatok kibernetikai rendszerbe foglalásának, automatizálásának. A műszaki feltételeket megteremtő tudományok a kémia, a fizika és ezen belül az elektronika eredményeinek gyakorlati felhasználása a vasúti közlekedésben a decentralizált munkafolyamatok automatizálásával kezdődött s ezt a centralizált irányításhoz szükséges információk minél szélesebbkörű feldolgozása iránti törekvés követte. Nincs messze az a távlat, amikor az alulról felfelé és felülről lefelé folyamatban levő automatizálás összefonódva megteremti az üzemirányítás egységes automatizált rendszerét.

A világ vasutainak e célok felé való törekvését áttekintve azt tapasztalhatjuk, hogy azok a vasutak, amelyek e nagy lehetőségeket felismerték a szellemi és anyagi erők koncentrációját az automatizálásra, a kibernetika minél szélesebb területen való felhasználására fordítják.

A biztonság és sebesség problematikájának vázolásakor már megemlékeztem a *vonatforgalom távirányításáról, távvezérléséről*. Ezzel kapcsolatban arra kell még utalni, hogy ennek rendkívül nagy hatása van a termelékenység növelésére, az üzem gazdaságosabbá tételére, közvetve a szállítási igények jobb kielégítésére.

A vasúti áruszállítás lebonyolításánál számtalan olyan feladat található, amely központi irányítással oldható meg a legjobban s így szinte követeli a *korszzerű kibernetikai módszerekkel* való megközelítést. Nincs messze annak az elképzelésnek megvalósítása sem, hogy az áruszállítás teljes folyamatát közös modellbe foglalják és a rendszer egészének optimális működését olyan vezérlő körökkel biztosítják, amelyekben a megfelelő helyeken alá-, fölé- és mellérendelt elektronikus számítógépek végzik az információk feldolgozását és értékelését, döntenek és közvetlenül vezérelnek, illetve meg-



könnyítik az emberi döntéseket és az utasítások kiadását. Az ilyen rendszer technikai előfeltételei általában már megoldottak, a rendszer optimálist megközelítő működésének feltételeit leíró matematikai modellek kidolgozottsági foka ma még nem kielégítő.

Ismeretes, hogy a matematikai megoldásokra szolgáló modelljeink csak akkor alkalmazhatók, ha azok a valóságot minél hívebben tükrözik, valamennyi tényezőt kellő súllyal jelentkező függvénykapcsolatban hozzák és az értelmezési és pontossági határaikon belül verifikálhatók. A modell realizitasságának igénye ezért nem választható el a felhasználásra kerülő adatok rendelkezésére állásától, megbízhatóságától.

Az utóbbi évek során világszerte előtérbe került az *operációkutatás*, ennek során az elméleti modellek nagy tömegét alkották meg ezek gyakorlati bevezetésében azonban jelentős lemaradás tapasztalható. Ennek oka egyrészt az, hogy az alkalmazott absztrakciók mértéke vagy túl bonyolult vagy túlságosan leegyszerűsített, másik pedig az, hogy a modellekben szereplő paraméterek numerikus értékeléséhez szükséges adatok nem állnak rendelkezésre. Csak egy példát ragadok ki ebből. A vasúti szektormodell első közelítésre alkalmas elméleti kidolgozása megtörtént, a szükséges paraméterek nagyrésze azonban mai információs rendszerünkkel nem számszerűsíthető. Nem egy olyan vélemény hangzik el, hogy az elméleti modell csak tudományos eredmény, gyakorlati haszna nincs. Sokszor valóban ez a helyzet, de nem a tudományos munkát jól megoldók hibája ez elsősorban, hanem azoké, akik nem ismerik fel ennek jelentőségét és nem fordítanak energiát arra, hogy a paraméterek számszerűsítéséhez lehetőséget nyújtsanak.

E tartózkodások oka nagyrészt abban keresendő, hogy a kvalitatív szemlélet és intuitív alapokra épített gyakorlat berögződött, a szemléletmód és képzettség stagnáló. Nem alkalmazzuk kellően a reprezentatív információszerezés szabályait, a részleges adatfelvétel maradi módszerei sokkal általánosabbak. Természetesen a matematikai modellek igények szerinti kialakítása nem pótolhatja azokat a sokrétű összetevőknek halmazát, amelyeket csak a hosszú gyakorlatot, tapasztalatot és elméleti tudást kívánó közlekedés-elméleti analízis adhat meg.

A kibernetikai módszerek vasútüzemi alkalmazásának alapfeltétele a *korszerű információs rendszer létrehozása*. Olyan információs rendszerre van szükség, amely az integrált adatfeldolgozással kielégíti a központi népgazdasági információs rendszer által támasztott igényeket, megalapozza a vállalati-gazdasági döntéseket és kielégíti a szállítási folyamatok operatív irányításának információs igényeit.

A vasúti közlekedésben rendkívül sokrétű és területű operációkutatási rendszertechnikai feladat áll még előttünk. A vasúti rendszer minél jobb kihasználása, szervezésének jobb határfokú kialakítása mindennapi gondunkat képezi.

A MÁV-nál viszonylag korán kezdődtek kísérletek egyes operatív forgalmi feladatok kibernetikai módszerek segítségével történő megoldására. Ezek a kísérletek igazolták, hogy ezen az úton sok üzemirányítási probléma megoldható. Így az áramlattervezés több fázisából a MÁV az önkezelési szén és kőüledmények szállítástervezését, a várható elegyáramlatok meghatározásának, az optimális vonatspecializációs tervek elkészítésének egyes részfeladatait megoldotta. A további üzemvitellel kapcsolatosan kialakított módszerek üzembehelyezésére azonban a technikai berendezések hiánya és amiatt nem kerülhetett sor, mert a jelenlegi szolgálati utasítások előírásai ma még teljes egészében nem algoritmizálhatók és kellő számú megfelelően kiképzett szakember sem áll rendelkezésre.

Mindaz, amit ma a kibernetikai rendszer távlati fejlődéséről tudunk és sejtünk, szinte beláthatatlan változásokat eredményeznek a vasútnál, a közlekedés, a termelés, a gazdaság minden területén. Ezek a változások azonban csak akkor szolgálhatják az embert, ha az alkotó emberek, a tudósok, technikusok, matematikusok mind nagyobb bázisa áll rendelkezésre. A fejlődés szédületesen gyors ütemétől eddig anyagi forrásaink korlátozottságai miatt maradtunk le. A legutóbbi években azonban lemaradásunk a tudományos alapok megteremtésében, a kádernevelésben is tapasztalható.

Nem műveljük a nemzetközi gyakorlatban bevezetett vagy kísérletezés alatt álló módszereket kellően, a művelt kibernetizálási területek elaprózottak, a nemzetközi szervezetekkel való együttműködés gyér, és különösen hiányzik egy olyan távlati koncepció, amely rendszerelméletben, a hazai adottságokat és a nemzetközi tapasztalatokat kellő összhangba hozva kijelölné a hazai távlati előrehaladás súlyvonalát és az előrejutás feltételeit.

Meggyőződésem, hogy a lemaradások felszámolására az eddigieknél több erőt kell koncentrálnunk. Tudomásul kell vennünk, hogy amilyen nélkülözhetetlen e feladatok megoldásához az anyagi fedezet, annál még sokkal nélkülözhetlenebb a modellek, programok kutatásához, kidolgozásához a szellemi kapacitás. Elérkezett az ideje annak, hogy következetes munkaerő politikával olyan szellemi bázis kifejlesztését biztosítsuk, amely alkalmas és képes lesz a kibernetikai gépek rendszerek nagy beruházási költségeit hatékonyan kamatoztatni, a termelékenyebb korszerű vasút megteremtésében alkotóan részt venni.

A vasút műszaki fejlesztését, üzemvitelének korszerűsítését szolgáló tudományos, technikai, szervezési feladatok hatékony megoldásának alapfeltétele azok gazdaságossága. Az egyes fejlesztési lépések elhatározásához az adott megoldási lehetőségek közötti választáshoz minél mélyrehatóbban és kiterjedtebben kell azok gazdaságosságát ismerni, vasúti és társadalmi hatékonyságát elemezni. Nem véletlen az, hogy a közlekedés s ezen belül élenjáróan a vasúti közlekedés a közlekedésgazdasági kutatásokat fejleszti, a gazdaságosság és műszaki fejlesztés összhangját kívánja megteremtteni. Nem lehetsé-

ges, hogy minél szélesebb körűek, konkrétebbek és verifikálhatóak a gazdaságtudományi kutatások, módszerek eredményei, annál biztosabb úton járhatunk a vasút műszaki fejlesztésében. Nyilvánvaló hát, hogy a gazdaságtudományi kutatások bázisainak fejlesztése nélkülözhetetlen kötelességünk.

### 5. A fejlesztés egyéb területei

A vasút fejlesztése igen sokrétű tudományos problémáinak elemzésekor egy percre sem szabad szem elől tévesztenünk, hogy ezek láncszemek a *vasúti üzem munkájának, teljesítményeinek magasabb színvonalú, gazdaságosabbá tételéhez*. A műszaki fejlesztés eredményei azonban csak akkor érhetik el a célokat, ha a munkaszervezet központi alakja az ember határozza meg az egyes láncszemek célját, felhasználásának mikéntjét s ezeket eszerint állítja szolgálatába.

Nem kétséges, hogy éppen a *műszaki fejlesztés és az ember* (a vasúti dolgozó, az utas, vagy más a vasúttal kapcsolatba kerülő ember) *egymásra hatásának* eddigieknél sokkal mélyebb és sokrétűbb vizsgálata elsőrendű feladatot kell képezzen.

A technika fejlődése a nehéz fizikai és feszültségi állapotot előidéző operatív munkától megóvhatja az embert, csökkenti a munkaidőt, növeli a termelékenységet, de ugyanakkor fokozza az érzelmi-idegi megterheléseket, nagyobb szellemi követelményeket támaszt. Tapasztalatok, vizsgálatok igazolják, hogy az ember fiziológiája, biológiája az utóbbi megterheléseket csak akkor tudja ártalom nélkül elviselni, ha olyan szaktudással, képzettséggel rendelkezik, amely képessé teszi arra, hogy ura legyen a technikai eszközöknek.

Hogy milyen sokrétű tudományos probléma megoldásáról van szó, annak illusztrálására példaként a nagyobb sebességekkel közlekedő vonatok személyzeténél fellépő fokozottabb megterhelés tényezőire kell hivatkozni. A szervezet ellenállása csökken a nagysebességből származó ingerek álmosító hatásával, a pszichikus feszültségek vérnyomásváltozást előidéző hatásával szemben. Hipertónia lép fel, amely csökkenti a látásélességet, látótér szűkülést okoz, a homálybeli látási küszöbérzékenység és adaptációképesség csökkenésének tüneteit idézi elő. E hatások tudományos vizsgálata, ellensúlyozása és a helyes megelőzés módszereinek gyakorlati oktatása, ellenőrzése megakadályozhatná azt, hogy egyesek intuitív módon élénkítőkkal vagy nyugtatókkal próbálják leküzdeni érzékszerveik zavarait. Ezzel nemcsak lerontják apercipiáló és cselekvőkészségüket, baleseti veszélyt idézve fel, hanem szervezetük korai megrokkánását is elősegítik.

Ez a példa is kellően szemlélteti azt, hogy a műszaki megoldásokkal ki nem küszöbölhető emberi szervezetre irányuló hatásokkal szembeni védekezési módok felismerése az *ergonomiai kutatásoktól*, azok eredményeinek helyes felhasználásától várható. Hasonló feladat azoknak a tényezőknél tudó-

mányos feltárása, amelyek a dolgozók egyéb rétegeinek *munkapszichológiájával, szociálökonomiájával kapcsolatosak.*

A szellemi igények fokozódása kívánatosná tenné annak feltárását, hogy jelenlegi káderkiválasztásunk, szakmai oktatásunk, kellően érvényesíti-e a technikai fejlődés jövőjéből adódó követelményeket, milyen pedagógiai, pszichológiai módszerekre volna szükség ahhoz, hogy a szakemberutánpótlás a mind magasabb szintű elméleti tudást kellő előretartással biztosítsa.

A vasút műszaki fejlesztése tudományos problémáinak egyes vonatkozásokban csak érintett felvázolása kellően bizonyítja azt, hogy napjainkban, a tudomány termelőerővé válásának korában, minden olyan erőfeszítés, amely a tudomány fejlesztését, kiszélesítését, a tudományos szemlélet elterjesztését szolgálja, nem önmagát, hanem a termelés, a társadalom érdekét helyes irányba befolyásolhatja.

A közlekedéstudomány művelőinek feladata ezen a körön belül abban áll, hogy a műszaki és társadalomtudományok eredményeinek szüntelen figyelemmel kísérésevel, azokat a közlekedés sajátosságainak megfelelően adaptálva működjenek közre a vasútnál összpontosított hatalmas szellemi és anyagi erő rendeltetésének megfelelő hatékonyabb felhasználásában, míg a vasút gazdasági vezetőire hárul a fokozott igényesség, nagyhorderejű döntések tudományos szintű előkészítése tekintetében.

**Scientific Problems of the Rail Transport.** Rail transport has a distinguished role both in utilizing the results of science and technics and in inciting these latter on producing results. The role of the railway in the transport system of the country is outlined, and the scientific development problems, safety, speed, mass and systematic character, of the transport are detailed according to overall technical-operational-economic parameters. Automation and cybernetics and human physiology, biology, psychology in the rail transport and operation are dealt with, with regard to the growing intellectual requirements and claims on scientific development.

**Wissenschaftliche Probleme der Entwicklung des Eisenbahnverkehrs.** In der Abhandlung werden die folgenden Probleme untersucht:

Der Eisenbahnverkehr als einer der fortschrittlichen Benutzer der Ergebnisse der Wissenschaften und Technik und zugleich Ansporn der Wissenschaften. Die Rolle der Eisenbahn im Landesverkehrssystem. Anforderungen der komplexen Entwicklung. Wissenschaftliche Entwicklungsprobleme unter Berücksichtigung der Sicherheit, Geschwindigkeit, Mengemäßigkeit und Regelmäßigkeit als umfassender technischer, betrieblicher und wirtschaftlicher Parameter. Anwendung der Automatisierung und Kybernetik. Physiologie, Biologie, Psychologie des Menschen im Eisenbahnverkehr und Eisenbahnbetrieb. Die zunehmenden intellektuellen Anforderungen und Ansprüche gegenüber der Entwicklung der Wissenschaft.

K Á N Y A E R N Ő:

A RÖDÖNYI K. tanulmánya mélyreható okfejtéssel bizonyítja a felvetett kutatások szükségességét. Ezek között több olyan van, amelyet a vasúti közlekedés hivatásos kutatói a kívánatos időpontra elvégezni nem képesek. Ezért a kutatók táborába alkalmas szervezéssel az eddigieknél kiterjedtebben be kell kapcsolni mindazokat, akiknek elsődleges feladatuk az igazgatás, az operatív irányítás, a szervezés, de ismereteik és képességeik alkalmassá és hivatottá teszik őket a felvetett problémák önálló vagy munkaközösségen belüli megoldására.

Most, amikor az üzemvitel mennyiségi problémái már csökkenőben vannak, úgy érzem erre van lehetőség. Az ilyenszerű kutatás-szervezésnek jók a tapasztalatai.

Egyes tudományos megalapozást igénylő problémáknál a vezetői döntés szükségesnek mutakozó időpontja és a teljeskörű kutatás befejezése között gyakran mutakozik eltérés. Ha ez előrelátható, akkor célszerű a kutatást már eleve csak a *legdöntőbb problémarészekre* koncentrálni. Ilyenkor a *tudományos információ hiányosságát a döntésre hivatott vezetőnek kell áthidalnia*. Ez azonban csak olyan esetekben vihető végbe racionálisan, amikor a vezető szakértelmével, előrelátásával és intuíciójával megnyugtatóan képes pótolni a hiányzó vizsgálati eredményeket. Viszont az ilyen háttérű döntéseknek igen gyakran kisebb lehet az esetleges negatív hatása, mint a döntés elhalasztásának.

Példa erre a *vonatás korszerűsítésének* kérdése. A bel- és külföldi vizsgálatok és tapasztalatok egyértelműen bizonyították, hogy a gőzüzemet hatékony felváltani, azt viszont nem minden vasútvonalnál sikerült tudományos módszerekkel egyértelműen meghatározni, hogy a villamosítás vagy a dieselesítés előnyösebb-e. Az egzakt meghatározásnál nehézséget, illetőleg akadályt okoz részint a nem számszerűsíthető hatások értékelése (hazai gyártás, energia ellátás, üzemi és fiziológiai viszonyok stb.), részint több olyan tényező tényleges értékelésének bizonytalansága, amely egyébként számszerűsíthető (pl. a mozdonyok beszerzési ára, energia ár, fajlagos fenntartási költség, üzemi megbízhatóság). Az értékelési nehézségek ilyen esetekben csak vezetői döntéssel voltak áthidalhatók. Lényeges, hogy ilyen nagyfontosságú kérdésekben a döntés népgazdasági szinten egységes legyen és annak a jövőre vonatkozó része csak akkor módosuljon, ha a döntést befolyásoló tényezőkben tényleges változás következik be, továbbá, hogy a döntés végrehajtását közbenső intézkedés (pl. mértéken felüli vonatójármű rendelés) ne keresztezze.

Más a helyzet a *vonatójármű típusok* kijelölésénél, mert e kérdésben dönteni csak egészen részletes kutatások eredménye alapján lehet. A kielemezett típusokhoz és ezek jellemzőihez azután ragaszkodni kell, még akkor is, ha emiatt a gőzmozdonyok egy része csak később cserélhető le.

Nyilvánvaló, hogy a villamos és diesel vonatójármű típusossor egyes típusainak jellemző adatai csak a vonatsebességek előíránysza után dolgozhatók ki. Viszont a típusok jellemzőinek végleges kialakítása erősen aktuális, ezért az előadásnak a sebességgel foglalkozó részében felsorolt komplex kutatások köre lehetőség szerint szűkítendő volna.

A gépezet tárgykörénél maradvá, kutatás keretében szükséges kidolgozni a *teherkocsipark rekonstrukciójával kapcsolatos feladatokat*, szükség szerint a kocsik alkatrészeinek és fődarabjainak tipizálását, az oldaldesztkázat fémlapokkal való kicserélésének, sebességnövelés végett a rugós felfüggesztések átalakításának, a fékberendezés korszerűsítésének, gumielemelek alkalmazásának, a teherbírás növelésének, a rakodások megkönnyítésének kérdését. Mivel a vonatójárműveknél sokkal kevésbé feltárt a kocsipark fejlesztésének kérdése, a tudományos kutatáshoz és üzemvezetéshez szükséges információk biztosítása végett mielőbb ki kell dolgozni a kocsipark komplex adatfeldolgozási rendszerét, különös tekintettel az egyes típusok gazdaságosságára. Figyelemmel arra, hogy a kocsipark fejlesztésénél uralkodó tendencia a szállítási idő csökkentése, az áruk veszteség nélküli szállításának fokozása és az utasok kényelmének növelése, a kocsibeszerzések hatékonyságának biztosítása végett kutatásokat kell végezni a befogadóképesség és a teherbírás növelésének meghatározására, ezzel kapcsolatban a kocsinkénti teherbírás, a vonathossz és az állomási vágányhossz optimális viszonyaira, különösen nagysebességű kocsik önsúlyának csökkentése végett oxidált alumínium, gyengén ötvözött nem rozsdásodó acél és műanyagok alkalmazására, az árukárosodás csökkentése céljából az ütközőhatást emésztő és a lengéscsillapító alkatrészek tökéletesítésére, a többszintes kocsik problémájára stb. Külföldön túlnyomóan speciális teherkocsikat szereznek be a vasutak; vizsgálni kellene, hogy viszonyaink között a specializáció milyen vonatkozásban és arányban indokolt.

Ugyancsak nagyon időszerű kutatni azt a kérdést is, hogy hol és milyen ütemben célszerű elsősorban *fedett kocsik helyett nagy kontainereket* és ezek szállítására szerkesztett kocsikat bocsátani a felek rendelkezésére. A kontainerek mozgatási kérdése és általában a rakodások korszerű mechanizálásának-gépesítésének további kifejtése szintén az időszerű gépészeti kutatások közé tartozik. Külön figyelmet kíván itt a fejlesztés ágazatközi szervezett elhatárolása.

A közlekedésben alapvető probléma a *kapacitások hihasználása*, ezért az ilyen irányú kutatások gazdag eredménnyel kecsegtetnek. E kutatásoknál különösen nagy szerephez jutnak a *matematikai-statisztikai módszerek*. Gépészeti területen ilyen vonatkozásban nagyon alaposan kellene kutatni azoknak a meddő időknél csökkentési lehetőségeit, amelyek a nagyértékű korszerű mozdonyok meghibásodása és javításuk tényleges megkezdése között eltelnek, továbbá azoknak az okoknak felderítését, amelyek akadályozzák a javítások folyamatos végzését, lehetőség szerint a legnagyobb mértékben párhuzamosított munkamenetekben. Ko-

csiknál, pregnánsan egyes kocstípusoknál, a javítások sűrű ismétlődésének okait kellene oknyomozóan felderíteni. Kutatni kellene a nagyüzemi fenntartási módszerek továbbfejlesztési lehetőségeit, a műszeres vizsgálatok kiterjesztését, a javítások egyes fajtáit végző részlegek közötti egyenkapacitást, a megelőző vizsgálati rend tökéletesítését és más hasonlókat.

Ugyancsak teljes körű kutatással kellene felderíteni a mozdonyok és kocsik menetközben töltött időaránya növelésének műszaki, vonatközlekedési, vonatképzési, vezénylési, rakodási feltételeit is, több változatban, a változatok gazdasági összehasonlításával, többek között kitérve a változatoknál a futás és a szállítási teljesítmény egybevetésére is. Példaképpen említhető meg egyik változatként az ingaszervelénnel közlekedő irányvonatok korszerű rendszere, amivel csökkenthetők a rendezési feladatok, növelhetők a napi járműfutások és szállítási teljesítmények, viszont az üres kocsfutások is növekednek.

A kapacitáskihasználás növelésének egyik leghatékonyabb, intenzív módja a *forgalom-szerzés*. Nem kétséges, hogy a gazdaságirányítás új rendszerében a vasútnak is még az eddiginél is nagyobb figyelmet kell fordítania a piackutatásra, a vasút objektív előnyeinek és szállítási mutatóinak propagálására. A széleskörű objektív felvilágosítás e téren a vállalati érdeken túlmenően népgazdasági érdek is.

A korszerű üzemirányítás az *információs bázis tudományosan megalapozott kifejlesztését kívánja*. Ebben az eddig túlsúlyban levő mennyiségi mutatókon túl az igénykielégítés és a gazdasági kép információit kellene elsősorban fejleszteni.

A minőségi igények kielégítése és az egységnyi szállítási teljesítmények létrehozásának közvetlen ráfordításai igen gyakran ellenkező előjelűek. Így pl. a *sebesség*, a *biztonság*, a *kényelem*, a *járatsűrűség* terén. Nyilvánvaló, hogy a két tényező közül az igények kielégítését kell előtérbe helyezni. Az ezáltal feltehetően elérhető jobb kapacitás kihasználás az üzemi költségekben is nagyobb csökkenést hozhat létre, mint amennyit a fajlagos változó költségek növekednek, amellet, hogy a közérdeket is jobban szolgálja. Ezt a kutatásoknál is, de főként a vezetői döntéseknél alaposan kívánatos mérlegelni.

A *jövőben az automatizáláshoz, a kibernetizáláshoz az eddigieknél bátrabban kívánatos hozzájárulni*. Erre a kényszerpályás vasúti közlekedésnél nagy lehetőségek vannak. Ez a tény támasztja leginkább alá azt a legújabbban egyre inkább elterjedő felismerést, hogy a vasút marad a *jövőben* is a szárazföldi távolsági közlekedés legfőbb eszköze.

#### KERKÁPOLY ENDRE:

A RÖDÖNYI K. tanulmányában a vasút műszaki problémái között sorrendben is első helyen, de emellett fontosságuknak megfelelő hangsúlyozással is szerepeltek a *vasúti pálya* fejlesztésének műszaki kérdései.

A világ fejlett vasútjainak tudományos és műszaki tevékenységét, a műszaki fejlesztés érdekében tett intézkedéseket figyelemmel kísérve, megállapítható, hogy a pálya korszerűsítésével kapcsolatos erőfeszítések napjainkban elsődrendű fontosságúakká váltak.

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

A *pályafejlesztés* főbb időszakos *célkitűzései* az alábbiakban foglalhatók össze.

A *fővonal* hálózatot az időszakosan ismétlődő felépítménycserék során a korszerű *nagyssebességű és nagyterhelésű villamos- és diesel vontatású vonatforgalom követelményeinek* megfelelően kell átépíteni.

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

A megváltozott vontatási viszonyok következtében át kell építeni egyes *állomások* vágányhálózatát, a korszerű elegyáramlás törvényszerűségeinek figyelembevételével ki kell alakítani a *rendezőpályaudvarok* egységes rendszerét, s a legfontosabb nagy rendezőpályaudvarok üzemét automatizálni kell.

Biztosítani kell a jelentős vasúti forgalommal rendelkező ipari, bányászati és mezőgazdasági üzemek korszerű *iparvágány* kapcsolatát.

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

A felsorolt célkitűzések a helyi viszonyok — így elsősorban a földrajzi helyzet, népsűrűség, ipari és mezőgazdasági fejlettség, energiaforrások, gépjárműellátottság stb. — okozta,

viszonylag kismértékű eltérések mellett szinte valamennyi kontinentális fekvésű állam vasútjára, így a magyar vasutakra is érvényesek.

A felett vasutak közös törekvése a *legfontosabb fővonalai hálózatoknak ún. „nagysebességű”* — azaz legalább 140 km/óra sebességgel járható — *pályává való kiépítése.*

Általánosan elfogadott ma már az az alapelv, hogy a *sebességemelés elsősorban pályaprobléma*, amennyiben a pályavonalvezetése, felépítménye, állapota alapvetően szabja meg az engedélyezhető sebesség mértékét, amelyekben csak igen nagy ráfordítások árán lehet fejlesztést, javítást végrehajtani.

A pálya vonalvezetésének jellemzői közül elsősorban a *körívek* gyakorolnak döntő hatást a sebességre. RÖDÖNYI K. tanulmánya az ívviszonyokkal kapcsolatban a túlemelést ragadta ki, mint a nagysebességű pályák egyik problematikus elemét.

E témakört kissé részletesebben vizsgálva, megállapíthatjuk, hogy a túlemelés mellett az ívekben engedélyezhető sebesség, az átmeneti ívek kialakítása, az egymás után következő körívek csatlakoztatása stb., mind a körívekben megengedett ún. „szabad” *oldalgyorsulástól* függenek, amelyeknek számszerű értékét az egyes vasutak utaskényelmi szempontokból, viszonylag tág határok ( $a_0 = 0,2 \div 1,0$  m/sec<sup>2</sup>) között állapítják meg. A nagysebességű vonalak kiépítése — a költséges vonalkorrekciók csökkentése céljából — a különböző vasutaknál sürgetően vetette fel az  $a_0$  értékének növelését, így pl. a nyugatnémet vasút az utóbbi két évtized során kétszer növelte annak értékét, először 0,46-ról 0,6-ra, majd legutóbb 0,85 m/sec<sup>2</sup>-re.

Ily módon ugyanabban a körívben a túlemelés és az átmeneti ívhosszak jelentős növelése nélkül lényegesen nagyobb sebesség engedhető meg, ugyanakkor viszont *nem kifogástalanul fenntartott pálya esetén* a járműről átadódó *oldaleroők* nagymértékben *megnövekedhetnek.* Látható tehát, hogy ennek a viszonylag egyszerű kérdésnek megoldása — t. i. a magyar vasutak  $a_0 = 0,42$ -es szabad oldalgyorsulási előírása esetleges növelése — rendkívül körültekintő elméleti vizsgálatot, kísérleti ellenőrzést, a hazai pályaállapot-jellemzők részletes elemzését és figyelembevételét stb. követeli meg.

Amint a vonalvezetés korszerűsítésénél, úgy a vasúti pálya *szerkezeti kialakításánál* is a nagyobb sebességre törekvés és az ezzel kapcsolatos igények biztonságos kielégítése áll a tudományos kutatások és a műszaki fejlesztés középpontjában. Az elmúlt egy-két évtizedben a vasúti felépítmény területén döntő, mondhatni forradalmi változást jelentett a *folyamatosan összegelesztett hézag nélküli felépítményrendszer bevezetése* és nagyarányú elterjedése. Elméleti szempontból ez lényegében a sínek hőmérsékletváltozás okozta szabad terjeszkedési lehetőségének feladását, s ezáltal igen számottevő belső hőfeszültségek megjelenését jelenti.

A hézag nélküli felépítmény gondolata rendkívül kiterjedt elméleti kutatómunkát indított meg, amely a vasúti felépítmény fejlesztése területén hazai viszonylatban is kiemelendő eredményeket produkált. Az a kutatómunka, amelyet a magyar vasútépítő mérnökök — vasúti, műegyetemi és kutatóintézeti szakembereink — a hőmérsékletváltozás hatására gátoltan terjeszkedő vágányok kivetődésbiztonságával, a sínvégmozgások és a téli hidegtörések elméleti vizsgálatával, a hézag nélküli felépítményben fellépő menetellenállások elméleti és kísérleti meghatározásával, a sínhőmérséklet hazai alakulásával, a hézag nélküli felépítmény gazdaságosságával kapcsolatban végeztek — hogy csak a legjelentősebbeket említsem — tudományos értékelését, elismerését tekintve messze túllépte határainkat.

A hézag nélküli felépítményrendszerrel kapcsolatos kutatómunka jelentős része ma már eredményesen lezártnak tekinthető. de a téma rendkívül szerteágazó volta miatt még mindig vannak elméletileg felderítetlen területek, amelyek közül példaképpen a hézag nélküli sínszálakban fellépő kagylós törések okai, vagy a mozgó jármű alatti dinamikus vágánykivetődési kísérletek említhetők meg.

A felépítmény szerkezetét tekintve a *sínleerősítések* kérdése az utóbbi évtizedben hazánkban is igen előtérbe került probléma. Általánosságban megállapítható, hogy a korszerű feszített betonalkaj sínleerősítése nem kifogástalanul megoldott. A sínleerősítésekre vonatkozó kutatómunka a fabetét — mint szerkezeti elem — kiküszöbölésére és anyagtakarékos, tartós szorítóhatást biztosító, többszörösen rugalmas megoldások kikísérletezésére irányul. Külön problémát jelentenek a tervező és kutatómunka során az *ágyazaton kívüli vágányok* — pl. földalatti vasúti pályák, betonelemes felépítmény — sínleerősítései, amelyeknél a jármű és a pálya kölcsönhatását, a pálya és jármű rugalmassági tulajdonságait fokozottan figyelembe kell venni.

A felépítmény továbbfejlesztésével kapcsolatos legújabb kutatómunka jellegét úgy jellemezhetnénk legjobban, hogy a felépítménytervezés kimozdult korábbi statikusnak nevezhető helyzetéből és teljes mértékben a pálya és a rajta haladó jármű *kölcsönhatásának* elemzésén alapuló dinamikus mérések eredményeire támaszkodik. A korszerű mérés technika adta óriási lehetőségek folytán a vasúti felépítménynek azok a jellemzői, amelyek egy évszázadon keresztül csak becsléssel, vagy rendkívül tág hibahatárok között mozgó számításbeni összehasonlításokkal voltak felvehetők, napjainkban nagy pontossággal, a tényleges dinami-

kus jármű terhelés alatt, nagyszámú méréssel meghatározhatók s fejlett kibernetikai módszerekkel értékelhetők ki. Nem véletlen tehát, hogy mind a vasutak élenjáró nemzetközi szervei (UIC, OSzZsD, ORE, AICCF stb.) mind az egyes vasutak és kutatási intézmények igen jelentősen fejlesztik e dinamikus mérések elvégzésére alkalmas műszerparkjukat és kutatási kapacitásukat. Említésreméltó, hogy a felépítményrendszerek tervezésével és ellenőrzésével kapcsolatban pályában végzendő dinamikus mérést hazánkban első ízben a Budapesti Műszaki Egyetem *Vasútépítési tanszéke* kezdeményezett 1967-ben, egyrészt az új budapesti földalatti vasút felépítményrendszerének, másrészt a budapesti közúti villamosvasúti felépítményrendszerek tudományos vizsgálata, illetve minősítése alkalmával.

Végül csak felsorolásszerűen megemlítendő, hogy számos megoldandó tudományos probléma adódik a nagysebességű *kiterők* geometriai és szerkezeti kiképzésével, a gurítódombos *rendezőpályaudvarok* korszerűsítésével és automatizálásával, a *körzeti állomások és transzkonténer-állomások* műszaki kialakításával kapcsolatban, de ugyanígy a *pályafenntartás* területén a korszerű fenntartási rendszer és szervezet kialakítása, a magasszintű gépesítés és a hézagnélküli pályák fenntartási igényei tekintetében.

E feladatok megoldása ma már elképzelhetetlen a legkorszerűbb kutatási segédeszközök, műszerek, elektronikus számítógépek nélkül. Nem érdektelen megemlíteni, hogy a *MÁV Vasútervező Intézetnél* és a Budapesti Műszaki Egyetem *Vasútépítési tanszékén* eredményes kutatómunkát végeztek az *elektronikus számítógépeknek* a pályatervezésnél, a menetdiagramok megszerkesztésénél, a gurított kocsik ellenállásméréseinek, a vágánymérő kocsik grafikonjainak kiértékelése kapcsán történő alkalmazhatóságával kapcsolatban.

Az évszázadosnak tekintett vasúti pálya újabb és újabb magasszintű tudományos feladatokat állít kutató és tervezőmérnökeink, egyetemi oktatóink elé. E feladatok megoldása az említett segédeszközök mellett jól képzett mérnököket, s e szakemberek részéről pedig a szakterület problémái iránti önzetlen érdeklődést, az elméleti tudás és a gyakorlati tapasztalatok helyes szintézisét és tudatos fejlesztését kívánja meg. A vasúti üzemi gyakorlat számára is hasznosítható kutatási eredmények csak a tudományos kutatóhelyek, egyetemi tanszékek és vasút pályaépítési és fenntartási szakterületének a közös célok érdekében végzett jó együttműködéséből szülehetnek.



# A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS FEJLESZTÉSÉNEK TUDOMÁNYOS JELLEGŰ ALAPKÉRDÉSEI

NEMESDY ERVIN

A MŰSZAKI Tudományok DOKTORA

A tanulmány bevezetőben a hazai közúti közlekedés helyét és jelentőségét vizsgálja a szerves egésznek tekintett országos közlekedési kooperáción belül. A közúti közlekedés része az országos közlekedési rendszernek, amellyel azonban maga is egy egészet képez, amelynek sajátos tudományos, műszaki és gazdasági problémái és fejlesztési szükségletei vannak. Jellemzője, hogy fejlődési üteme jelenleg az összes közlekedési ágazatok közül a legnagyobb. A tanulmány részletesen elemzi a szakterület műszaki — tudományos valamint gazdasági kérdéseit, mindenütt rámutatva arra, hogy milyen rokontudományok felhasználását igénylik e témacsoportok. Megállapítja, hogy a közúti közlekedés fejlesztésével kapcsolatos tudományos kutatások igen sokrétűen, erőteljesen folynak hazánkban, tudományos szintjüket egyrészt saját belső ismeretanyaguk, másrészt a felhasznált különböző alaptudományok és egyéb kapcsolódó tudományok ismeretanyaga biztosítja.

## 1. Általános megállapítások

Közismert tény, állandóan fejlődő és változó korunknak egyik fő jellemzője a gépkocsik rohamos szaporodása, a közúti közlekedés jelentőségének állandó növekedése. Amíg az elmúlt évszázadban a vasúti közlekedés robbanásszerű fejlődése forradalmasította évtizedek alatt az egész közlekedést, s emellett alapvető társadalmi átrendeződést, átalakulást segített elő, az iparkonzentrálódást és a nagyvárosok rohamos növekedését, a lakosság konglomerálódását gyorsította meg, addig évszázadunk második harmadától kezdve a kívülről látványosabb fejlődést már a közúti közlekedés mutatja. Elég csak a gépjárműtípusok fejlődésére, a nemzetközi méretekben kialakuló nagyszabású útkorszerűsítési munkákra, autópályaépítésekre, a rövidtávú közúti teherszállítások mellett a hosszabb távú nemzetközi kamionközlekedésre, a városi forgalomban az egyéni közlekedést lehetővé tevő személygépkocsiközlekedésre, a mozgékonyabb tömegközlekedést lehetővé tevő autóbusszközlekedésre gondolni, nem feledve azt sem, hogy a távolsági személyközlekedésnek is mind jelentősebb része bonyolódik le személygépkocsin.

A turista és üdülőforgalom, főleg pedig az egyre jelentősebb motorosított idegenforgalom jelentős gyakoriságú, de mégis kiugró csúcsforgalmi időszakokkal hívja fel magára a közúthálózat egy jelentős részén a figyelmet. A motorosítás, különösen a személygépkocsik számának rohamos emelkedése, — ha talán nem is olyan mértékben, mint a múlt században a vasút — napjainkban már a közúti közlekedés, az autó-korszak is jelentősen befolyásolja a

mindennapi életet, a társadalmi — gazdasági fejlődést, az emberek életmódjától, felfogásától kezdve a települések, városok fejlődésén keresztül a motorosított tömegturizmus kibontakozásáig. Emellett kell még figyelembe venni a közúti közlekedésnek a teherszállításokban való — hol rendezett és szükségszerű, hol pedig spontán és éppen nem szükségszerű — de mindenesetre állandóan növekedő részarányát.

Könnyen belátható, hogy a közúti gépjárműközlekedés fejlesztése és fejlődése már régóta semmiképpen sem nélkülözheti a tudományos megalapozást, sőt az igen sokrétű és sokoldalú tudományos módszerek rendszeres és mindennapos alkalmazását. A helyzet reális megítélése érdekében meg kell említenünk két, ma még sokszor felmerülő szélsőségesen helytelen felfogást. Az egyik felfogás a közúti közlekedést ma is évtizedekkel ezelőtti, fejletlen állapotának megfelelően tudományos fejlődést alig igénylő szakterületnek, csupán mesterségnek véli. Ezt a felfogást csak évtizedekkel ezelőtt lehetett valamennyire igazolni, amikor még a számban igen kevés, teljesítményre is jelentéktelen gépjárműpark lényegében a régi szekerúthálózatot vette igénybe. Jellemző pl., hogy ezen időben a műegyetemi oktatásban a négy féléves részletes, akkori tudományos szinten jól megalapozott vasútépítési előadások mellett csak pár hetes, valóban inkább csak mesterségbeli ismereteket közlő útépítési tanulmányok szerepeltek.

A másik ellentétes és hasonlóképpen helytelen felfogás inkább újabban hallható, s kívülről igen korszerűnek látszó köntösben jelentkezik. Ez a felfogás helytelenül vitatja a vasúti közlekedés korszerűségét és jövő perspektíváját, s egyoldalúan csak a közúti közlekedést tekinti perspektivikus, korszerű szárazföldi közlekedési ágazatnak. Ez a felfogás az igen hamar széleskörben kiterjedő, valóban magas tudományos színvonalat felmutató közúti forgalmi vizsgálatok állandóan megújuló módszereit tartja elsősorban fontosnak az autógépészeti és építési tudományos és fejlesztési kérdések mellett, s már több nyugati államban odáig fajult, hogy több műszaki egyetemen a vasúti közlekedési kérdéseket az oktatásban — de nem a gyakorlatban — erősen elhanyagolják.

A helyes szemlélet azonban mindenképpen csak az lehet, amely egy állam közlekedését egy *szerves egésznek* tekinti. Az egész és részek dialektikus kölcsönhatásából, ellentéteiből és egységéből kiindulva kell tanulmányozni a szárazföldi közlekedés két fő ágának, a vasúti és közúti közlekedésnek a helyzetét.

A közúti szakterületnek, s a közúti közlekedési területnek mindig szem előtt kell tartania azt, hogy a korszerű, ill. korszerűsített vasút egy egységes közlekedési rendszer teher- és személyszállításának mindig is alapvető és legfontosabb tényezője marad. Ugyanakkor azonban bátran fel kell ismerni azt a körülményt, hogy a vasúti közlekedés racionalizálása során reá háruló közúti gépjármű szállítási feladatok lebonyolítása mellett, a gépjárműellátottság és

a gépjárműszám megállíthatatlan növekedése miatt a közúti közlekedés, mint a teljes közlekedés része maga is egy önálló egész, mely ugyan dialektikusan összefügg a magasabbrendű egésszel és annak egyéb részeivel, azonban egy sor tekintetben eléggé önállóan, saját törvényei szerint fejlődik, alakul. A kölcsönhatásokat, a fejlődés befolyásoló tényezőit azonban mindig figyelembe kell venni a realitás biztosítása érdekében, elsősorban a vasúti közlekedés, valamint a fő népgazdasági ágak részéről. A közúti közlekedés tudományos alapjainál, műszaki — tudományos és gazdaságtudományi kutatásainál ezért hazánkban egyrészt megfigyelhető a rész-jelleg és egész-jelleg sokszor egyidejű kidomborodása. A kutatások egyrésze a más közlekedési ágazattal, főleg a vasúttal való együttműködést vizsgálja, célozza és fejleszti, míg a kutatások az igen sokoldalú, számos irányú nagytömegű másik része a közúti gépjárműközlekedés saját, eléggé független problematikáját dolgozza fel, gépészeti, építési, forgalomtechnikai valamint gazdasági, szállításszervezési területen egyaránt. Így tehát a mai korszerű hazai közlekedéspolitiká sem úgy tekinti csupán a közúti közlekedést, mint a vasúti hálózat kiegészítését, hanem ennek a fontos feladatnak, pl. a körzeti pályaudvar-rendszer és a távolsági autóbushálózat közúti feladatainak kiszolgálásán túlmenően még számos más népgazdasági igényt kielégítő, viszonylagosan is eléggé önálló, emellett kooperáló és fejlődésben levő fontos közlekedési ágat kezeli.

A közúti közlekedés, gépjárműközlekedés fejlesztésének tudományos alapjai ezért igen sokrétűek, s a következőkben csak arra vállalkozhatunk, hogy ezeket a főbb tudományos problémákat, kapcsolódásokat és fejlődési irányokat összefüggésükben és fő eszközeikben és feladataikban igyekezzünk felvázolni. Már előljáróban meg kell állapítani, hogy a közúti gépjárműközlekedés korszerű fejlesztéséhez, problémáinak tudományos kutatásához az alaptudományoknak, a műszaki és gazdasági alkalmazott tudományoknak egy rendkívül széles skáláját kell felhasználni és alkalmazni.

A következőkben néhány olyan tudományos problémakört tárgyalunk, melyeknek magas szintű fejlesztése elkerülhetetlen. Ezek tárgyalása során ügyelnünk kell itt is arra, hogy az összes problémakört dialektikus egységben nézzük a részenkénti, egymás utáni tárgyalásban is, mivel igen jellemző módon jelentkezik a többszörös egymáshatás az egyes — néha távolibbnak tűnő — problémakörök, kutatási területek között is.

## 2. A gépjárművek szerkezeti műszaki-tudományos kérdései

A közúti közlekedésnek alapvető, legfontosabb eleme a jármű, a gépjármű. A hazai gépjármű-technika tudományos problémáit legfőképpen az a tény szabja meg, hogy hazánkban autóbuszgyártás, motorgyártás, tehergépkocsigyártás létezik, emellett személygépkocsigyártás jelenleg nincsen. A gépjárművek egyes fajtáinak, részeinek műszaki fejlesztése, illetve típus-minőségi

ellenőrzése, majd a gépjárműfenntartás óriási és egyre növekedő feladatainak korszerű megoldásai számos fontos tudományos problémát adnak. Ezek egy nagy része közvetlenül a gépészeti tudományok körébe esik, azonban sok közlekedési jellegű tudományos feladat már az üzemeltetés, a fenntartás területén jelentkezik. Ezek legnagyobb részét hazánkban az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet, s a gépjárműprofilú egyetemi tanszékek művelik, s a felhasznált kapcsolódó tudományok elsősorban a gépészet és ennek alaptudományai.

### 3. Úttervezés — útépités műszaki tudományos kérdései

A közúti közlekedés pályáját, a közutat ma alapvető módon a gépjárműközlekedésre kell alkalmassá tenni, a gépjárműközlekedés igényeit kell egyre fokozódó mértékben figyelembe venni akkor is, ha még egyideig — vagy jóideig — vegyes forgalommal is számolni kell. Ez a tény ma már nemcsak egy megfelelő, pormentes burkolat biztosítását igényli, hanem optimális üzemi sebességet biztosító, kielégítő vonalvezetésű, biztonságos, lehetőleg kis közlekedési költségeket okozó, a várható forgalomnak, mint lebonyolítandó közlekedési áramlatnak megfelelő utakból álló hálózatnak a megteremtését szükségli. Az ezzel kapcsolatban felmerülő tudományos jellegű problémák két fő területen csoportosulnak: az *úttervezés* és az *útépités* területén. A tudományos kutató bázist itt főleg az Útügyi Kutató Intézet, az Út-, Vasúttervező Vállalat és néhány egyetemi tanszék képezi.

Az *úttervezés* aktuális tudományos problémái — eltekintve most a később tárgyalandó forgalomtechnikai jellegű kérdésektől — legteljesebb kiterjedésben kétségtelenül az *autópálya-tervezésekben* jelentkeznek, azonban a problémák legnagyobb részben a főútvonalak nálunk *útkorszerűsítésnek* nevezett korszerű átépítésének tervezési munkáinál is jelentkeznek.

A matematikai és geometriai problémák legnagyobb része, amelyek a korszerű vonalvezetéssel, hosszú klotoidívek és összetett ellenívek alkalmazásával, s a kitűzési számításokkal függenek össze, az utolsó másfél évtizedben már szinte véglegesen megoldottnak vehetők, s ezen eredmények a gyakorlati tervezésnél alkalmazásra is kerülnek. Az úttervezéssel kapcsolatos kutatások jelenlegi aktuális területe elsősorban az *elektronikus számítógépek alkalmazásának* mind szélesebbkörű bevezetése, a *kibernetika bevonulása az úttervezésbe*. Magyarországon ez a fejlődés az alapokból kiindulva kellett, hogy történjék. Idegen programok és programkönyvtárak alkalmazása helyett a geometriai — matematikai alapokból kiindulva készültek el a hazai részletes gépi programok a grafikusan megtervezett útvonalvázlatok helyszínrajzi adattömegének, hossz-szelvény és kereszt-szelvény adattömegének gépi számítására. A ma már gyakorlati tervezéseknél is alkalmazott hazai magyar programok kitűnnek sokoldalúságukkal, a korszerű útvonalvezetés elveinek teljes figyelembe-

vételével, s ma már kifejlesztették a programsorozatnak azt a tagját is, amelyek segítségével a grafikusán térképen megtervezett útvonalat a gép nemcsak, hogy ellátja pontos vízszintes és magassági koordinátajegyzékadatokkal, ki-tűzési adatokkal, hanem *a gép megrajzolja az út távlati képeit is* a kívánt néző-pontokból annak ellenőrzésére, hogy a tervezett útvariáns távlati képe a for-galombiztonsági és esztétikai követelményeknek megfelel-e. A további feladat azoknak a gépi programoknak kidolgozása, amelyekkel ugyanazon útterve-zési feladatnál számos variáns gyors végigszámolása, földtömeg és építési, közlekedési költség meghatározása válik lehetségessé. Ezzel az *optimális út-vonalhelyzet megkeresése* a számítógépekkel összehasonlíthatatlanul eredmé-nyesebben és gazdaságosabban, gyorsabban történhetik meg a régi kézi mód-szerekkel szemben. Az ilyen irányú kutatások eredményei nemcsak minőség-ben és gazdaságosságban emelik magasabb szintre az úgy is színvonalas magyar úttervezési munkát, hanem kapacitásban, teljesítőképességben, sőt külföldi megbízások esetén versenyképességben is rendkívül jelentős fejlődést jelen-tenek.

Megemlítjük, hogy ezen kutatások jelentős része lesz még a *fotogram-metria* mélyebb szintű, az egyszerű szintvonalas terv adatszolgáltatásán túl-menő szerves alkalmazásának kidolgozása a gépi úttervezésen belül.

Az úttervezés egy másik tudományos igénnyel fejlesztendő igen aktuális területe hazánkban az utóbbi fél — egy évtizedben került megérdemelten a figyelem középpontjába: ez a külső, *városon kívüli csomópontok korszerű terve-zése*. A döntő nagy feladatot ma a szintbeli csomópontok nagy tömegének szín-vonalas kiképzése jelenti. Eltérőleg a régebbi felfogástól, ma elsősorban nem a mellékirányokat, hanem a főirány forgalomáramlatát igyekszünk elsősorban szabályozni és mentesíteni a zavarásoktól, külön felálló nyomokkal. Ezen kívül pedig az autópályák kétszintű csomópontjainak a tervezéseinél van szükség tudományos, forgalomtechnikai alapokon nyugvó műszaki fejlesztésre és főleg egységesítésre, hiszen az első tapasztalatszerzés idején itt is már túl vagyunk.

Az úttervezés aktuális főbb tudományos problémái között kell meg-említeni még a *településtudományi, városrendezési, szociológiai, valamint eszté-tikai szempontoknak* az úttervezés szempontjából való minél mélyebb érvé-nyesítését, s ezen elvek alkalmazásainak tudományos kiértékelését. Erre újabb időben különösen szükség van, mert a távlati úthálózattervek megvalósításá-hoz szükséges területbiztosítás mai időszakában ez iránt a problémakör iránt jelentősen megnőtt az érdeklődés, és néha egyoldalú külső vélemények is nehezítik a jó megoldások biztosítását.

*Az útépítés* aktuális tudományos problémáira áttérve, megfigyelhető itt a problémák többnyire kisebb volumene mellett azok nagy sokasága. Nem-zetközi és hazai szempontból is sok energiát lekötő probléma az *útpályaszer-kezetek méretezése*, ahol a speciális útépítési feladat megoldási módszereinek

kidolgozásához igen kiterjedt geotechnikai — talajmechanikai, szilárdságtani, dinamikai és anyagtani kutatás mellett az empirikus kísérleteknek, kísérleti szakaszok kiértékelésének is döntő szerepe van. A hazai kutatások jelentősége és célja mind inkább az kell legyen, hogy a *nehéz tengelysúlyok és a várható forgalom*, teherisméltódás hatása szempontjából tekintve a kérdést, a hazánkban gazdaságosan alkalmazható réteges útpályaszerkezetek minél egységesebben terjedjenek el. Ezzel kapcsolódik azonnal az *útépítési anyagvizsgálat* problémáinak széles területe. Széleskörű helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok nagy sorozataira van szükség az egyre tökéletesebb és nagyobb élettartamú, valamint egyre gazdaságosabban és nagyobb gépesítéssel, kisebb munkaerővel előállítható útépítési anyagok és pályaszerkezetek minőségének biztosítása érdekében. Kiemelendő fontos szerep jut itt az újszerű kövizsgálatokra, a bitumen és aszfaltvizsgálatokra. A geológia, petrokémia, a szerves vegyészet és a műanyagok alkalmazása a kutatásoknál elengedhetetlen. Mint aktuális kérdések említhetők itt a felületaktív hatású szerves vegyületek alkalmazásának kutatása a bitumen mellett, akár mint tapadásjavítók, akár mint emulgálószeres korszerű változatainak kidolgozása érdekében. Az itt szerzett újabb hazai kutatási és gyakorlati eredmények igen biztatóak. Érdekes átmeneti jellegű kutatásként említhető meg a betonburkolatok különleges követelményeit kielégítő technológiának korszerűsítése, az újabb gépesített építési módszereknek és változott anyagoknak megfelelően.

A mai építési technológiák, útburkolat és teherbíróréteg készítése és beépítési módszerek ma már nem nélkülözhetik hazánkban sem a tudományos kutatásokat az előkészítésnél és a gondos laboratóriumi vizsgálatokat az ellenőrzésnél. Ez az igény erősen fokozódik annak következtében, hogy a hazai útépítés is kezd egészségesebben eltolódni a gépi keveréssel előállított, gépesítve beépített nehezebb burkolatfajták nagyobb arányú építése felé, s ezzel együtt a beruházók minőségi igényei is korszerűsödnek. Ez, egy külföldön is eléggé megoldatlan, s nálunk is különösen aktuális, de kidolgozatlan tudományos problémát vet fel. Ez pedig a *matematikai statisztika alapján való minőségellenőrzés* helyes módszere, amely számos ipari területen már megoldott kérdés. Az útépítőanyagok, a keverőtelepek és a burkolatminták területén azonban a máshol alkalmazott számításmódok nem alkalmazhatók, a matematikai statisztika alkalmazásának nehézségei vannak annak ellenére, hogy a hagyományos minőségi előírások megbízhatósági szintje egyértelműen megengedhetetlenül alacsony.

További fontos kutatási terület a különböző építési technológiák elméleti alapjainak bővítése, továbbfejlesztése és a következményeknek gyakorlati síkon való hasznosítása. Ilyen tipikus technológiai kutatás és alkalmazás volt pl. a *talajstabilizációs rétegek* laboratóriumi vizsgálatainak, majd építési technológiájának, gépesítési kérdéseinek a kidolgozása, állandóan egymásba kapcsolódó kutatási témák és kísérleti szakaszok, majd végül a nagyüzemi

alkalmazás szintjén. Ha a jövőben valóban az eddigtől különböző származási helyű, *másfajta fekete kötőanyagot kell* alkalmaznunk az eddigiekhez képest, akkor a petrokémia kutatásainak felhasználásával mindenképpen át kell értékelni az eddigiekben már eléggé kiforrottnak vehető építési technológiákat is, főleg a burkolatalapok, de később a nehéz kopórétegek esetén is.

Végezetül számos kérdést nem érintve még a *gépesítéssel kapcsolatos kutatásokat* említeném meg az útépités területén. Viszonylag kisebb volumenben történnek nálunk kutatások a gépszerkesztés előkészítésének a gépészetet és útépitést érintő határterületén, míg a gépláncok alkalmazásának gazdasági és szervezési kérdéseivel az optimális helyzetet igyekeztek kidolgozni az összes fő technológiai esetekre. Különösen fontos kérdés ez ma az útfenntartás területén, melynek géplánca minőségi különbséggel tér el a hagyományos módszerektől.

#### 4. Közúti forgalomtechnika és úthálózatfejlesztés fő tudományos kérdései

A *gépjármű és az útpálya kölcsönhatása* igen nagy elvi és gyakorlati fontosságú témakör, melynél szinte egyesül a két, előzőekben külön említett szakterület, tehát egyfelől a gépjárművel, annak oldaláról végzett kutatások, másfelől pedig az útpálya felől végzett kutatások. Ezek a kutatások mindkét kutatóintézetünkben öröndetesen megindultak s hosszabb ideje folynak. A jelentős eredmények ellenére is mindenképpen folytatni kellene ezeknek a kutatásoknak a sorát éppen gyakorlati fontosságuk miatt.

Az *útburkolatok felületi minősége* (érdesség, egyenletesség, hullámosság stb.) a felhasznált jelentős mérőműszerpark segítségével jól mérhető módon és jelentősen befolyásolja nemcsak a forgalom biztonságát és az utazás kényelmi fokát, hanem az üzemanyagfogyasztás és járműelhasználódás kimutatásával a közlekedési költségeknek az útminőséggel való változását. Ezt hazai viszonyaink mellett is eléggé számszerűen ki lehetett mutatni. Ezeknek a vizsgálatoknak a folytatása rendkívül fontos a közúti gazdaságossági számítási módszerek, hatékonysági elemzések számszerű kidolgozásánál. -

Ehhez kapcsolódó tudományos téma tehát a *közutak hatékonysági számításainak* tökéletesítése. Igen fontos és öröndetes, hogy hazánkban kidolgozásra került részletes műszaki — gazdasági vizsgálatokra alapuló olyan számításmód, amely segítségével ma már elegendő megbízhatósággal lehet megállapítani, hogy egyes útvonalak átépítése a forgalomnagyság és növekedés, valamint a közlekedési és építési költségek egybevetése szempontjából az egyes megtervezett vonalvariánsok közül melyik variáns szerint történjék meg. Ugyanez a gazdasági számítási módszer tudja indokolni, hogy több egyaránt átépítendő, korszerűsítendő útvonal közül adott hitellehetőségek mellett hogyan alakulhat a megfelelő építési sorrend a gazdaságosság szempontjából, sőt megállapítható az is, hogy a beruházott összegek hatékonysága,

vagy akár megtérülési ideje hogyan viszonylik a népgazdaság más területén beruházott eszközök hatékonyságához vagy megtérülési idejéhez. Bár ezen számításmódnak még van vitatható része, s a további kutatások ezt még finomítani fogják, a közúthálózat fejlesztése szempontjából mindenképpen nagyon fontos és előnyös ilyen tudományosan megalapozott összehasonlító mércének a léte és alkalmazhatósága éppen akkor, amikor más közlekedési ágaknál hasonló mélységben és konkrét alkalmazhatóságban nem áll rendelkezésre egy-egy módszer.

*Az úthálózatfejlesztés tudományos alapjai* számos kutatási területnek, témának az összefogásából alakultak ki, s a közúti gépjárműközlekedés egyik legfontosabb tudományos igényű, tovább fejleszthető témáját jelentik. Megállapítható, hogy az úthálózatfejlesztésnek a hazai tudományos megalapozottsága világviszonylatban is kiemelkedő, s ezt a legutóbbi tokiói Nemzetközi Útügyi Kongresszus összefoglaló iratai is kiemelték.

Ezek közül a részkutatások közül megemlíjtük a gazdasági számítások tisztázása mellett a meglévő úthálózat alkalmassági értékelésének módszerét, valamint a forgalom jelenlegi illetve a jövőbeni megállapításának korszerű módszereit.

A jelenlegi forgalom megállapítására kidolgozott, s időről-időre újból végrehajtott *országos és helyi forgalomszámlálások hazai metodikája* ismét nemzetközi viszonylatban is igen korszerű és haladó, tudományosan megalapozott módszer, amely a matematikai statisztika igen alaposan átgondolt alkalmazása révén, a reprezentatív mintavétel alapján, magas megbízhatósági szinten megállapított forgalomingadozási törvényszerűségek figyelembevételével teszi lehetővé a viszonylag igen pontos forgalomszámlálási alapértékek igen gazdaságos megállapítását, a korszerű gépi kiértékelési módszerek teljes mértékű alkalmazása mellett.

Már problematikusabb eredményű kutatási terület, mégis igen fontos a *forgalomelőrebecslés problémája* a közútnál. Bár az egyszerű forgalomfejlődési szorzók alkalmazása számos kutató és hivatali szerv véleményezéseiből és becsléseiből eredően elméletileg talán valóban nem vehető exakt módszernek, számos esetben mégis mindenképpen ezt kell alkalmaznunk, amíg egyes kiemelt országrész-körzetekre, rész-hálózatokra nem készülnek el a korszerűbb *úthálózati forgalomráterhelési számítások*. Ezek az eljárások az egyes gépjármű-ellátottsági szinteken a forgalom megoszlását, átterelődését bizonyos alapelvek szerint megállapítják, figyelembe véve, hogy egyes utak teljesítőképessége, kapacitása kimerült, vagy korlátozott, más új útvonalak, települések, ipartelepek forgalomszívó és gerjesztő hatással jelentkeznek, s a gépjárművek a különböző körülmények mellett is mindig a legrövidebb időre, illetve úthossz megtételére törekednek, figyelembe véve mindig a forgalomkörülményi szempontokat is. Bár az ilyen hálózati forgalomráterhelés az országos úthálózat egyes részein sikeresen került és kerülhet még alkalmazásra, s maga a módszer



az elektronikus számítógép nagyarányú alkalmazása mellett igen korszerűnek számít, s jellemzi a kibernetikának bevonulását a közúti forgalmi áramlások tanulmányozásába és a távlati tervezésbe is, igen alapos további kutatások szükségesek éppen arra vonatkozóan, hogy a beprogramozott kibernetikai számítási modell kiindulási feltételezései és kiinduló adatai a valóságnak valóban minél realisabb elképzelését tegyék lehetővé. A forgalomelőrebecslés megbízhatósága nagyban ettől fog függeni.

*A közúti forgalom lefolyásának, mint közúti forgalmi áramlatnak a vizsgálat*a közúti forgalomtechnika egyik legérdekesebb, leghasznosabb, és emellett legbonyolultabb tudományos problémája, melynek igen sok megoldási kísérlete, megközelítési változata ismeretes. A közúthálózat városok közötti külső szakaszainál és csomópontjainál maradvá is mindenképpen megállapítható, hogy a gépkocsik közlekedése a közúton sztohasztikus törvényszerűségeknek a segítségével jól leírható, a sebesség-, követési táv és követési idők közel normális, illetve Poisson-féle eloszlásai számos lehetőséget engednek meg a zavartalan és külön a zavart forgalmi áramlatok tanulmányozására. Ezek közül legfontosabbak talán a *teljesítőképesség-számítással* kapcsolatos kutatások, amelyek mind a lehetséges teljesítőképesség megállapítására, mind pedig egy, a zsúfoltság állapotát elkerülő, kisebb kihasználási szint megállapítására törekednek. A kutatások egyrésze a kisebb megengedhető kihasználási szintet utazáskényelmi és biztonsági szempontok alapján, egy másik hazai módszer pedig gazdasági alapon, az üzemi sebességek, a közlekedési és építési költségek elemzése útján igyekszik megállapítani. Kétségtelen, hogy a teljesítőképességi értékek megállapításánál a legfontosabb kutatás éppen az útjellemezők hatása lenne hazai viszonyok között a teljesítőképesség és a forgalmi körülmények alakulására. Mivel itt igen nagy adatfelvételre lenne szükség, a hazai kutatások egy részének célszerűen főleg arra kellene irányulnia, hogy a számos külföldi nagyarányú adatfelvétel érvényességi határait a hazai forgalmi viszonyok között is megállapítsa.

Igen érdekes megjegyezni, hogy a közúti forgalomtechnikában már régóta természetesen alkalmazott és felhasznált szemléletmód és számítás, mely szerint a forgalmi áramlatok sztohasztikus, véletlenszerű folyamatokként kezelhetők és számíthatók, az újabb időben sikeresen kezd tért hódítani a vasúti közlekedésben is, ahol többek között pl. a jóval kisebb gyakorisággal érkező vonatokat is véletlenszerű folyamatként írják le, a közúti forgalomtechnika eredményeit kellő átalakításokkal felhasználva.

Alapvető fontosságú és komoly tudományos igényességgel fejlődött kutatási terület lett a *közúti balesetek és biztonsági kérdések vizsgálata* a közúton. Ezen problémakör egyik legfontosabb, s a tudományos kutatás és gyakorlati felhasználás szempontjából legérdekesebb és legfontosabb része a közutak műszaki jellemzőinek hatása és összefüggése a forgalombiztonsággal, a balesetek alakulásával. Ugyanez a problémakör vezet át a *forgalom-*

*szervezés tudományos problémáira*, amely — ha nem is tárgyaljuk a városi közlekedés viszonyait — a külső útszakaszokon és a külső csomópontokon is csak a forgalomtechnika alapelvei és alkalmazásuk mellett oldhatók meg valóban tudományos igényrel és sikerrel. Vonatkozik ez pl. a közlekedésrendészeti előírások fejlesztésére is, amelyek fejlődése csakis kölcsönös egymásrahatásban, dialektikus egységben képzelhető el helyesen a közúti forgalomtechnika, az úttervezés és csomóponttervezés fejlődésével. Itt a műszaki problémák mellett természetesen alapvető fontosságuk szerint kell figyelembe venni az elsőrendű jogi szempontokat, valamint számos pszichológiai, munkalélektani és biológiai problémát. Ezek a közúti közlekedésnél még fokozottabban jelentkeznek, mint a vasútnál, hiszen a kötött pálya és a gépjárművezetők tömege, az automatikus forgalomvezérlés jóval kisebb lehetősége miatt az emberi, szubjektív tényező hatása nagyobb. A kutatásoknak azonban éppen ezt a nehézséget kell tudományos igényességgel tudatosan figyelembe venni.

### 5. Közúti szállításszervezés és közlekedési kooperáció tudományos problémái

A személygépkocsik tömege és száma már ma is fölülmúlja a tehergépkocsik számát, ez a helyzet a jövő időszakban még tartósan további arányeltolódást fog mutatni a személygépkocsik javára. Mégis, a tehergépkocsik szerepe a forgalomban alapvetően fontos marad. Bár forgalomnehezítő hatással a közúti forgalomtechnika és az úttervezés kellő módon foglalkozik, ezen kívül önálló tudományos témakört képeznek a tehergépkocsik szorosabban vett szállításszervezési, fuvarozási-fuvarjogi kérdései. Az autóközlekedési vállalatoknál az új gazdaságirányítási módszernél jelentkező nagyobb verseny következtében még inkább szükséges, hogy a legkorszerűbb szállításszervezési tudományos módszereket alkalmazzák. Ezen a területen már eddig is érdekes és szép eredményeket értek el hazánkban is az *operációkutatás* néhány eredményének alkalmazásával. Több probléma megoldására alkalmazhatók a korszerű matematikai módszerek a Monte Carlo módszer, a sorbanállási probléma, a szállítási programozás különféle esetei. A kapacitáskihasználás gazdasági és szervezési intézkedései ma már jelentős tudományos kutatási előkészítő munkákra is támaszkodhatnak.

Ezek a munkák vezetnek át sorrendben utolsónak említendő nagy tudományos témakörre, amelynek fontossága azonban elsőrendű és átfogó jellegű. Ez a témakör a *közúti közlekedés és más közlekedési ágazatok, főleg a vasúti közlekedés közötti kooperáció* megvalósításánál adódó tudományos problémák. Az előző kutatások, amelyek a közúti közlekedést mint egészet kutatták, fejlesztették, lehetővé tették, hogy a közúti közlekedés ma már mint teljesítőképes, szervezett, fejlődésében tudományosan megalapozott

közlekedési ág szerepeljen. Mint ilyennek kell tehát beilleszkednie az egész ország komplex közlekedési rendszerébe. Most már a *közlekedési kooperációra* vonatkozó tudományos kutatásoknak ki kell dolgozniuk, illetve tökéletesíteniük kell azokat a főleg gazdasági jellegű módszereket, amelyek főleg a teherforgalom, de az autóbusszforgalom esetén is a közúti szállítási költségek, reális szállítási lehetőségek megállapítását megbízhatóan lehetővé teszik. Így olyan módszereket ad tökéletesedő minőségben a közlekedési szakterület az országos forgalommegosztást, közlekedési kooperációt irányító közlekedéspolitikai szervek kezébe, amelyek mellett kellő tudományos megalapozottsággal, megbízható módon válik lehetségessé a közúti közlekedés előtérbe helyezése ott, azon a területen, ahol az népgazdasági szempontból előnyösebb, valamint szubjektív indokoktól független visszatartása ott, ahol a népgazdaság számára más közlekedési ágazat munkája gazdaságosabb. Így természetesen különösen fontosak voltak a speciális vizsgálatok, amelyek a vasúti közlekedés most folyó racionalizálási rendszere kialakításánál, a darabárúk rövidtávú szállításánál a szervezett közútra való ráterelést segítették elő. A közlekedési kooperációs kutatásoknak azonban ez csak egy része, s ezen a területen — a közlekedési üzem, a közlekedési gazdaságtan területén — még sok nyitott kérdés is adódik.

Még egy érdekes kutatási területet kell végezetül megemlítenünk, amely szintén népgazdasági jelentőségű: a *közúti közlekedés devizaszerző szerepének* fejlesztésével kapcsolatos tudományos jellegű kutatások. Bár a közúti közlekedés által lehetővé tett devizaszerzés lényegesen kisebb, mint pl. a vasút tranzitszállításokkal végzett igen jelentős ilyen irányú munkája, a népgazdaság nem nélkülözheti a közút által szerezhető szintén jelentős devizanyereségeket sem. Tudományos kutatásra itt két területen van mód és szükség. Részből az *idegenforgalom*, a már említett tömegméreteket öltött autóturizmus ad fontos közlekedésgazdasági kutatásokra alkalmat, másrészt pedig a *hosszútávú nemzetközi kamionközlekedés* problémái igényelnek a belföldi közlekedéstől eléggé megkülönböztetett fejlesztési és gazdasági kutató munkákat. A maguk áttételes, másodlagos módján ezek a területek is mindenképpen beilleszkednek az egységes magyar közlekedési kooperációba, a közúti közlekedés egy részeképpen.

Ha az előzőekben elhangzottak összefoglalásaképpen még egyszer áttekintjük a közúti közlekedés főbb tudományos problémaköréit, talán most még inkább előtűnik a felsorolás és összefoglalás *szükségszerűen önkényes* volta. Egy azonban bizonyos; mindenképpen beigazolódtott a már előljáróban is említett körülmény, hogy a közúti közlekedés igen sok tudományos kutatást, magas színvonalú vizsgálatot és műszaki-gazdasági fejlesztést kíván. Ezen kutatásokhoz a szorosabban vett közlekedési, azaz közlekedéssel kapcsolatos tudományok mellett az alaptudományok és alkalmazott tudományok rendkívül nagy skáláját kell ma már alkotó módon felhasználni.

Mindez a nagyobb igényesség a kutatókkal és a vezetőkkel is a régebbinél nagyobb követelményeket támaszt. Ma már nem igen képzelhető el sem a közúti, sem a gépjárműközlekedési területen olyan szakember, kutató, aki — mint régebben — bármilyen témát egyaránt színvonalasan képes volna kutatni és megoldani. Mint annyi más területen, itt is fellépett a *nagyobbfokú specializálódás* szükségessége, s ezzel együtt azonnal a *lényeglátó szintézisek* iránti igény. Mindez végeredményben arra mutat, hogy a közúti közlekedés mai hazai fejlődési fokán erősen megnövekedett egyrészt a szervezett, összehangolt kutatások jelentősége, amelyek elsősorban *kutatóintézetekben és egyetemi tanszékeken* folynak. Ilyen kutatási helyeken a kutatószemélyzet sokirányú specializáltsága, a segédtudományokban való jártassága az elszigetelt egyéni kutatás helyett a ma mindenütt nagyobb eredményeket felmutató team-munka, csoportkutatás lehetősége ad igen nagy előnyöket. Igen fontos lenne viszont, hogy az *együttműködés a kutatóhelyek között* tovább bővüljön. Bár a kutatóintézetek és a profiljukhoz közelálló egyetemi tanszékek együttműködése igen jónak mondható, ma már mégis mind inkább szükség van az együttműködésnek egy magasabb formájára: az *üzleti és gépjárműves* kutató és egyetemi szerveknek az eddigieknél jóval fokozottabb együttműködésére. Ez az együttműködés nem csupán a gépjármű és az út kölcsönhatásának vizsgálatánál járhat kölcsönös haszonnal, hanem igen sok más tudományos és műszaki fejlesztési, gazdasági kérdés megoldásánál is. Különösen öröndetes és hasznosan mutatkozott ez meg néhány olyan kutatási témánál, amelyet az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság* autós és közúti szakemberekből közösen összeállított munkabizottságokban végeztetett el.

Méginkább alapvetően fontos azonban, hogy a közúti közlekedés területén a kutatóhelyek — kutatóintézetek és egyetemi tanszékek — a tényleges közlekedési állami irányítószervekkel, vállalatokkal, ezek vezetőivel minél szorosabb, élőbb, gyakorlatibb érintkezést tartsanak, mert ezzel lehet csak biztosítani részben az étellel, gyakorlattal való szoros kapcsolattartást, az igények jó megismerését, a kutatási eredmények felhasználását és megvalósítását. Az új gazdasági mechanizmus vetületei ezen a területen is hasznos fejlődést hoznak a ma még rövid tapasztalat szerint is.

## 6. Összefoglalás

Összefoglalva az előadottakat megállapíthatjuk, hogy a közúti gépjárműközlekedés fejlesztésével kapcsolatos tudományos kutatások igen sokrétűen, erőteljes módon folynak hazánkban, tudományos szintjüket egyrészt saját belső ismeretanyaguk, másrészt az igen nagymértékben felhasznált alaptudományi és rokontudományi ismeretanyag felhasználása biztosítja.

Ez a tudományos szakterület egy igen lendületesen fejlődő, korszerű, jelentőségében egyre növekedő, hatásában igen messzi területekre kisugárzó

közlekedési ágának, a *közúti gépjárműközlekedésnek* a fejlesztéséhez elengedhetetlenül szükséges, akár mint *önálló egészt* nézzük a közúti közlekedést, akár pedig dialektikus módon mint egy nagyobb, magasabbrendű egésznek, a teljes magyar közlekedésnek egy szoros kooperációban levő, alapvetően fontos részét.

**Scientific Fundamental Problems of the Road Transport Development.** First of all author analyzes the position and significance of the inland road transport within the national transport cooperation considered as being an integral system. Road transport is a part of the overall national transport system, however, it is a separate unit in itself having its own special scientific, technical and economic problems and development requirements. Its characteristic feature is that at present its development is the most rapid one among all the transport branches. The technical-scientific as well as the economic problems of this method of transport are detailed with regard to the cognate sciences, utilization of which is claimed by the above groups of questions. It is stated that an extensive research work is conducted in this country on every problem related to the road transport development. The standard of this work is partly assured by its own information property, partly by that of the basic science and of the different related sciences.

**Wissenschaftliche Grundprobleme der Entwicklung des Straßenverkehrs.** Zuerst untersucht der Verfasser die Lage und Wichtigkeit des heimischen Straßenverkehrs innerhalb des als eine organische Einheit betrachteten Landesverkehrs. Der Straßenverkehr ist ein Teil des Landesverkehrssystems, bildet trotzdem eine selbstständige Einheit, die ihre besonderen, eigenartigen wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Probleme und Entwicklungsbedürfnisse besitzt. Seine charakteristische Eigenheit ist, daß sein Entwicklungstempo das rascheste unter allen Verkehrszweigen ist. Die technisch-wissenschaftliche sowie die wirtschaftliche Fragen des Fachgebiets werden ausführlich erörtert, und überall wird auf die verwandten Wissenschaften hingewiesen, deren Anwendung die einzelnen Themenkreise erfordern. Es wird festgestellt, daß in Ungarn die vielfältigen wissenschaftlichen Forschungen über die Entwicklung des Straßenverkehrs in einem ausreichenden Maße fortschreiten, deren wissenschaftliches Niveau teilweise durch die eigenen inneren Sachkenntnisse, teilweise durch den Kenntnisbereich der angewandten verschiedenen grundlegenden und zusammenhängenden Wissenschaften gesichert wird.

KOZÁRY ISTVÁN:

Népgazdaságunk, társadalmi, gazdasági életünk, műszaki kultúránk, egész haladásunk szempontjából egyik alapvető tevékenységünk a közlekedés, amelynek műszaki és kulturális színvonala, teljesítőképessége és gazdaságossága ugyanúgy jellemző egy ország fejlettségére, mint az iparosodás, vagy a mezőgazdasági termelés színvonala.

A közlekedés az újratermelési folyamat forgalmi szférájában a különböző technikával és technológiával — tehát a közlekedés differenciálódásával, ugyanakkor egységének a lehető legteljesebb biztosításával — a munkaerők és a termelőeszközök részvételét biztosítja a termelésben. A *differenciálódás* általában a ráfordítás és egyéb körülmények figyelembevételével történik. Az egyes közlekedési ágazatokból integrálódó közlekedés *egységének* lényege pedig főként a népgazdasági feladat egységében, vagyis abban a közös célban jut kifejezésre, hogy a népgazdaság szállítási igényeit a legkisebb beruházási és üzemi ráfordítással, illetőleg a legkisebb társadalmi összmunka felhasználásával — tehát a leghatékonyabban — kell kielégíteni.

A szállítási igényekre a legjellemzőbb, hogy a személy- és áruszállítási szükségletet nem lehet mindig egyetlen méret nagysággal kifejezni, hanem úgy jelentkezik, mint utaskilométer, illetve árutonnakilométer-teljesítmény iránti igény. A számtanilag azonos nagyságú szállítási igényeknek, illetve szállítási teljesítményeknek eltérő szerkezete nyilvánvaló. Viszont éppen ez a különböző szerkezet az, amely a szállítási igény kielégítéséhez szükséges műszaki és gazdasági ráfordításokat meghatározza és amelynek döntő befolyása van a közlekedési ágazatok közötti leghatékonyabb munkamegosztásra.

A szerkezeti különbözőség, annak jellege, megjelenési formája és befolyása az egyes közlekedési ágazatok közötti munkamegosztásra állandó folyamat. Ez a folyamat a két legnagyobb közlekedési ágazat: a vasút és a közút közötti munkamegosztásban a közúti közlekedés részesedési arányának erőteljes ütemű növekedését eredményezte.

Ennek ellenére jogos az Országgyűlésen a közelmúltban megtárgyalt és elfogadott közlekedéspolitikai koncepciónak az a megállapítása, hogy a vasúti és közúti közlekedés között a munkamegosztás a közúti közlekedés jelentős fejlődése ellenére sem olyan mértékű, mint amilyent a gépjárműközlekedés technikai fejlettsége lehetővé és szükségyszerűvé tenne. Ezért a koncepció egyik fő célkitűzése és megvalósítási eszköze a közúti közlekedés fokozott ütemű fejlesztése.

Ez a célkitűzés természetesen egy optimális munkamegosztásra irányulóan lehet csak helyes abból a szemléletből eredően — amelyet NEMESDY E. tanulmánya is tükröz — miszerint a „közlekedést szerves egésznek” kell tekinteni. Ugyanakkor indokolt annak egyértelmű hangsúlyozása is, hogy a közúti közlekedés, amely része a szerves egésznek, maga is önálló egész, s amelynek alakulását általában saját fejlődéstörvényei határozzák meg, természetesen a kölcsönhatások befolyásoló tényezőinek figyelembevételével.

A magasabrendű egészből a rész-egész felé haladva közúti vonatkozásban is megállapíthatók bizonyos értelemben azok a dialektikus összefüggések, amelyek a közlekedés egésze és a közúti közlekedés között fennállnak és amelyek a közúti közlekedés fejlesztésében alkalmazott műszaki-tudományos és gazdaságtudományi kutatások alapján is igazolhatók.

Ez jut kifejezésre NEMESDY E. tanulmányában is, amikor a közúti közlekedés fejlesztésének tudományos jellegű kérdéseivel kapcsolatos ismeretek rendszerét, komplex meghatározását adja.

Indokolt ez azért is, mert a népgazdaság szerkezetében bekövetkezett előnyös változások az ipar fejlődése, a kulturális és politikai élet növekedése, a mezőgazdaság szocialista átszervezésével együttjáróan növekvő szállítási igények következtében állandóan fokozódik az igény a közúti közlekedés egész területével szemben.

A nemzetközi kapcsolatok devizaszerző idegenforgalma, a gépkocsival hazánkba érkezők számának állandó növekedéséhez vezet és a belső idegenforgalom is erőteljesen növekszik.

A növekvő gépjárműforgalom csak olyan úthálózaton bonyolítható le gazdaságosan, amelyen a közlekedési költségek és a baleseti veszély kisebbek. A törekvés az kell legyen — és a tudományos és kutató munkának is arra kell irányulnia — hogy a közutak felismert népgazdasági jelentősége alapján minél minimálisabbra legyen leszorítható a negatív befolyásoló tényezők hatása és ezáltal a gépkocsiközlekedés gazdaságossága fokozódjék.

A gépkocsi üzemeltetésének alakulása sok tényezőtől függ, de azt lényegesen befolyásolja a pálya állapota is.

Mivel az utaknak az út- és a gépjármű kölcsönhatása következtében üzemeltetési költségbefolyásoló szerepük van, ami gazdasági kihatásokban jelentkezik, az út, mint a közúti közlekedés egyik fontos eleme, a szocializmus építésében az anyagi gazdasági alapok biztosításának tényezője. Ezért az útügyi fejlesztésre vonatkozó tudományos munka is ma már termelő erővé lett.

A közúti forgalom nagyarányú és gyorsütemű fejlődése egyre inkább igényli, hogy vizsgálódásainkban úgy elméleti, mint gyakorlati téren súlyának és fontosságának megfelelő helyet kapjon. Ez jut kifejezésre a közlekedéspolitikai koncepcióban is.

A közlekedéspolitikai koncepció egyértelműen meghatározza az úthálózatfejlesztés további irányait és feladatait.

A közúti forgalom és az úthálózat összhangja érdekében a koncepció az úthálózat fejlesztésének célkitűzéseit a következőkben határozza meg:

„az országos úthálózat folyamatos fejlesztése során gyorsforgalmú utak (autópályák és autótutak) létesítése, figyelemmel az európai és a tranzit (E és T jelű) utakra vonatkozó nemzetközi ajánlásokra; a bekötő utak építési programjának befejezése; az utaknak a vasúti forgalom racionalizálásával kapcsolatos kiépítése;

az országos úthálózat további korszerűsítése, ennek során az útpályák szélességének és teherbírásának növelése, tekintettel a nehéz járművek forgalmának növekedésére; a hidak és műtárgyak korszerűsítése;

a bevezető és az átkelési szakaszokon az úttest szélesítése, az átmenő és a helyi forgalom lehető szétválasztása;

nagyforgalmú szintbeni út- vasút keresztezések helyett közúti alul- vagy felüljárók létesítése;

az útépítési és karbantartási technológiák korszerűsítése, a fajlagos ráfordítások csökkentése.”

A célkitűzések végrehajtása érdekében többirányú fejlesztési munka szükséges, a részletes műszaki-gazdasági vizsgálatok alapján meghatározott mértékben és sorrendben.

Ennek a munkának a keretében kell foglalkozni mindazokkal a tudományos kérdésekkel, amelyeket NEMESDY E. tanulmányában a közúti szakágazat vonatkozásában érint, de azokkal is, amelyek a végrehajtás során menetközben merülnek fel és ma még nem látathatók.

Annak ellenére, hogy az utóbbi években számos elvi, elméleti kérdés megoldásával gazdagodott a közúti szakágazat, mégis a műszaki-tudományos és gazdaság-tudományi kutatások sokaságára van szükség az elkövetkező időszakban.

Ugyanakkor indokolt megemlíteni, hogy az elmélet csak akkor válik anyagi hatalommá, ha szervesen összekapcsolódik a gyakorlattal, alá van rendelve a gyakorlatnak, híven tükrözi azt, annak tapasztalataira épül. Ezért az oktatási, a tudományos kutató, tervezőmunka és a gyakorlat megfelelő, magasszervezettségű együttműködésének biztosítása nélkülözhetetlen.

Ez elsődrendű feltétele — megteremtése pedig alapvető biztosítéka — annak, hogy az úthálózat fejlesztése és fenntartása a közúti közlekedés szempontjainak a legmesszebbmenő szemellett tartása mellett, a legkorszerűbb és legfejlettebb technikai, technológiai megoldások felhasználásával az anyag- és munkaerő leggazdaságosabb igénybevételével történjék.

Fel kell tehát készülnünk a közel- és távoljövő feladataira, amelyeknek alapjait és kontúrjait az utóbbi évek erőfeszítései nyomán és azok eredményeiként megteremtettük s amelyek már ismertek és bízunk abban, hogy egyre inkább elismerést is nyernek.

Ez az alkotó munka nagy perspektívát mutat a közúti kutatásnak, korunkban, a tudományos és technikai forradalom korszakában, amelyben a kutatásnak, termelő erővé kell válnia. Éppen ezért van különös jelentősége a kutatások hatékonyságának, amelynek kutatása, vizsgálata és elemzése éppen olyan fontos feladat, mint maga a kutatás.

A kutatások hatékonyságára vonatkozó egyes vizsgálatok szerint a műszaki kutatásokra fordított minden forintnak kb. 20 forinttal kellene növelnie társadalmi tisztajövedelmünket, feltéve, ha helyesen történik a feladat-kitűzés, vagyis helyes célra fordítják az egyes forintokat és helyesen használják fel az eredményeket is.

Az új gazdaságirányítási rendszerre való áttérés sok vonatkozásban új helyzetet teremtett a kutatási tevékenységet folytató szervek, intézetek vonatkozásában is. Ez az újszerűség különösen abban a legáltalánosabb, legjellemzőbb változásban jut kifejezésre, hogy a kutató intézetek zöme — jöllehet helyesen — vállalati gazdálkodást folytat. Ez a helyzet a közúti kutatásokat végző kutató intézetek, ill. vállalatok esetében is, annak ellenére, hogy a feladatai jellegéből eredően tevékenységét alapvetően, sőt csaknem kizárólag az állami költségvetés finanszírozza.

Épp ezért indokolt „kutatási feladat” lehet annak vizsgálata és elemzése is, hogy az ilyen esetekben milyen gazdálkodási forma biztosíthatja legelőnyösebben a kutatási munka hatékonyságát.

A közúti közlekedésben új utak építése és korszerűsítése mellett igen jelentős szerepe van az utak fenntartásának.

A forgalom biztonságos és lehetőség szerint gazdaságos lebonyolítása, valamint az utakban fekvő hatalmas érték megóvása érdekében a meglévő utak fenntartása a legfontosabb ütiügyi tevékenység. A vonatkozó gazdasági vizsgálatok szerint a közúti munkák közül egy optimális határig a fenntartás a leghatékonyabb. Jelentőségét bizonyítja az is, hogy az országos úthálózat bruttó értéke 55 milliárd forint, amelynek fenntartására népgazdaságunk évente közel másfél milliárd forintot fordít, de ez sem biztosítja a forgalom által megkívánt szintű fenntartási tevékenységet.

Az utóbbi években az útfenntartás területén végrehajtott szervezeti módosítás és jelentős gépállományfejlesztés az útfenntartási tevékenység arculatát alapvetően megváltoztatta. Az egyéni ún. szakaszos útori munka lényegében megszűnt és azt felváltotta a gépesített brigádmunkavégzés, amely a korszerű útfenntartás kifejlesztésének egyik előfeltétele.

Az útfenntartási tevékenységben bekövetkezett strukturális változás, a munkaeszközök mennyiségi és minőségi fejlesztése indokoltá teszi a fejlesztés útfenntartásra gyakorolt hatásának sokoldalú műszaki és gazdasági vizsgálatát, újszerű elemzési módszerek kialakítását.

Az említett vizsgálatok igazolják az útfenntartási tevékenységnek egy optimális határon belüli hatékonyságának az összes típusú útmunkák közötti elsőlegességét. Ennek az optimális határértéknek vagy helyzetnek a meghatározása, mondani sem kell, nem egyszerű feladat. Az e téren végzett kutatási vizsgálati módszerek és eredmények továbbfejlesztése igen lényeges célkitűzése kell, legyen a kutató munkának. De választ kell adni arra a kérdésre is, hogy a rendelkezésre álló eszközöknek a felhasználó szervek közötti megosztása az adott szükséglet és lehetőség figyelembevételével milyen tényezők alapján történjék úgy, hogy az országosan és területi egységenként is a forgalommal arányosan egzakt módon valósuljon meg.

Összefoglalva az elmondottakat megállapítható, hogy a közúti közlekedés fejlesztésében igen tág tere van a tudományos munkának, hogy a feladatok eredményes megoldása alapos tudományos kutató munkát, elmélyült elméleti és gyakorlati vizsgálatokat, a technikai és technológiai tapasztalatok rendszeres és állandó gyűjtését, valamint figyelemmel kísérését, a meglévő tudományos és kutatási tapasztalatok felhasználását és továbbfejlesztését teszi szükségessé.

KAJÁN BÉLA:

A közúti közlekedés fejlődésében egyre nagyobb nehézséget jelent a városokban és a külső útszakaszokon egyaránt a *hálózat csomópontjainak* nem megfelelő kialakítása. A rosszul kialakított csomópontok a jól kiépített folyópálya szakaszok kapacitását igen nagy mértékben lerontják. Hálózatunkon már több olyan csomópont található, ahol a forgalmi dugulások már jelentkeznek. A kérdés megoldása a jelzőlámpás forgalomszabályozás alkalmazását, vagy a külön szintű kiépítés előírányzását kíváná meg.

A *jelzőlámpás forgalomszabályozás* kérdésében igen sok külföldi tudományos és forgalomtechnikai eredményt ismerünk és vannak olyan városok is, pl. Torontó, ahol jelzőlámpák százait irányítják központi számítógép egységek. Ezek a központi egységek a forgalom csomópontenkénti észlelése alapján a forgalmi igényeknek legjobban megfelelő összehangolt szabályozást biztosítják. Az *Ütügyi Kutató Intézet* is foglalkozik ezzel a kérdéssel, hogy a fix periódusú jelzőlámpás szabályozás helyett a forgalom által irányított jelzőlámpás szabályozás berendezéseit és alkalmazási feltételeit kialakítsa és ezzel az úthálózatunk olyan csomópontjain, ahol a forgalom nagyságában és irányában igen nagy ingadozást mutat, ennek a hatékonyabb szabályozási rendszer alkalmazását biztosítsa.

Külön meg kellene vizsgálni azt a kérdést is, hogy a jelzőlámpás szabályozás helyett mikor célszerű *különszintű csomópontok kialakítását előírányozni*. A jelzőlámpás szabályozás közel kétszeres nyom-szükséglete a be- és kivezető ágakon a szabályozó berendezések beszerzési és üzemi költségei, a járművek megállítása folytán jelentkező idővesztések mind olyan tényezők, amelyek a külön szintű csomópontok kialakítását a forgalom kismértékű növekedése esetén is már előnyösebbé tehetik, mint a jelzőlámpás szabályozással történő kiépítést. Ilyen külön szintű csomópontok kialakítása különösen a magasabb sebesség-igényű külső útszakaszokon lehet előnyösebb, ahol a külön szintű kikövezés nagyobb helyigénye sem jelenthet akadályt. Ebben a témában jelenleg a csomópontok egyes elemeinek gazdaságos kialakítására vonatkozó kutatást végzünk, de a vizsgálatokat a fenti kérdésre is ki kellene terjeszteni.

Az *úthálózatfejlesztés módszereinek* kialakításában és azok alkalmazásában már nemzetközi viszonylatban is jelentős eredményeket értünk el. Részletes és alapos metodika áll rendelkezésünkre, melynek segítségével a feladott kérdésekre minden műszaki és gazdasági szempontot figyelembe véve adhatunk választ. Egyetlen, bizonyos fokig vitatott része ennek a metodikának a közúti forgalom útvonalankénti előrebecslése, amely bizonyos mértékig a közúti forgalom „statikus” szemléletének nevezhető. Nagyvárosok közötti közlekedése fejlesztésénél már kialakult egy olyan módszer, amely a közlekedési igények felmérésén alapul és a közlekedési igények várható alakulásának „dinamikus” vizsgálatát biztosítja. Ennek a városi forgalom vizsgálatánál már elfogadott módszernek a teljes úthálózatunk vizsgálatánál való alkalmazása igen érdekes és igen sok eredményt ígérő kutatási feladat lenne. 1970. évben megtartandó közúti forgalomszámlálás és az ahhoz kapcsolódó forgalomáramlás vizsgálat a módszer alkalmazásához szükséges kiinduló adatokat biztosítaná. Szükséges volna még, hogy ennek a forgalomtervezési módszernek országos hálózati alkalmazásához a megfelelő forgalomtechnikai és számítástechnikai előkészítéseket végezzük el. Ezen kívül mint már előző hozzászólásomban említettem, egy új, megfelelő kapacitású elektronikus számítógéppel felszerelt számítóközpont létrehozása is elengedhetetlenül szükséges lenne.

További olyan terület, ahol igen sok kutatási feladatunk van, a *közúti forgalombiztonság* kérdése. A közúti közlekedési balesetek egyre emelkedő száma, a közúti forgalom várható nagymértékű emelkedése ebben a kérdésben igen sok felelősségteljes feladatot ró ránk. Az *Ütügyi Kutató Intézet* a közúti pálya geometriai elemeinek és közúti közlekedési baleseteknek kapcsolatát egy kutatási témában már részletesen vizsgálta és foglalkozik az útpálya biztonsági berendezéseinek megfelelő kialakításával. Az itteni eredmények alapján születtek meg nagyobb biztonságot jelentő előírások a közutak tervezési irányelveiben. Fontos hangsúlyozni, hogy ezen a területen az *Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézettel* együtt az eddigieknél sokkal szorosabb együttes munkával még igen sok feladatot kell megoldanunk. A feladatok között kell szerepelnie a közlekedési balesetek nyilvántartásának helyesebb módszerére, a balesetek tudományos szintű elemzésére vonatkozó módszerek kialakításának, a balesetek gazdasági értékelésére vonatkozó eljárás meghatározásának és újabb hatékony forgalombiztonsági berendezések alkalmazásának kutatása.

LÉVAI ZOLTÁN:

Köztudomású, hogy a népgazdaság egyetlen ágát sem lehet a tudományok eredményei nélkül fejleszteni. Ha az ipart, vagy a mezőgazdaságot nézzük, ott is a tudományok egész sora járul hozzá a problémák megoldásához, az adott népgazdasági ág fejlesztéséhez.



Nemesdy E. tanulmánya felsorolta, hogy mely tudományok működnek közre a közlekedés fejlesztésében. Ezeket sorra véve, illő, hogy első helyre egy viszonylag fiatal tudományt, a *közlekedéstudományt* tegyük, amely magát a közlekedési folyamatot vizsgálja, s olyan problémakörökhöz szolgáltat megoldásokat, mint az úthálózat-tervezés, forgalom szervezés, forgalom technika, szállításszervezés, kapacitás kihasználás, a különböző közlekedési ágak koordinációja stb.

A közlekedéstudomány azonban szorosan együttműködik más műszaki tudományokkal, sőt néhány társadalomtudománnyal is.

A műszaki tudományok közül a legrégebbi tradíciói a közlekedés fejlesztésben az *építéstudománynak* van, főleg az út- és a vasútépítés vonatkozásában, a tervezéstől a kivitelezésig. Másik műszaki tudományterület, amelynek ugyanolyan jelentős szerepe van a közlekedés-fejlesztésben, a gépészet, elsősorban a *járműgépészet*, amely olyan kérdésekkel foglalkozik, mint a járműfejlesztés, gyártás és javítás, karbantartási technológiák stb.

A műszaki tudományok közül fontos szerepe van még a közlekedésfejlesztésben a *híradástechnikának*, a *településtudománynak* stb.

A társadalomtudományok közül elsősorban a *közgazdaságtudományra* várnak nagy feladatok a közlekedés fejlesztésével kapcsolatban, de szerepet kapnak olyan tudományok is, mint pl. a *jogtudomány*, vagy a *szociológia*. Ez utóbbinak, a szociológiának jelentősége állandóan nő, s a szociológiának mindinkább figyelembe kell venne az automobilizmus életet, életmódot formáló hatását, amely bizonyos nagyságrenden felül rendkívül erős.

NEMESDY E. tanulmánya több tudományos problémakörre osztotta a kutatási területeket, amelyek természetesen nem fedhetik pontosan a közlekedés fejlesztésében közreműködő tudományokat, mert egyik-másik problémakör kutatása eleve két vagy több tudomány hatáskörébe tartozik. Míg az elsőnek vett problémakör, a gépjárművek szerkezeti műszaki-tudományos kérdései jelentős mértékben a gépészet területére esnek, addig a második problémakörbe felvett úttervezési-útépítési kérdések már több tudományterületet érintenek.

A gépjárművek fejlesztésénél jelentkező főbb irányok és hazai feladatok az alábbiakban foglalhatók össze:

a) A gépészetre komoly feladatokat ró a *forgalombiztonság növelése*. A gépjárművek menettulajdonságainak javítása nagymértékben csökkentheti a balesetek számát. A *Járműfejlesztési Intézetben* elkészítették a hazai gyártású kormányzservót, ami nemcsak a nehéz járművek kormányzását könnyíti meg, s ezáltal csökkenti a vezető kifáradását, hanem a defektes jármű kormányozhatóságát is biztosítja, így általa nagyon súlyos balesetek előzhetőek meg. A *Csepel Autógyárban* a légfékberendezés fejlesztésével foglalkoznak. A gumigyári kutatók hazánkban is megkezdtek a különböző típusú gumiabroncsokkal a kísérleteket, sőt már egyes speciális típusok gyártásra is kerültek.

Fokozni kell a kutatást az autóbuszok utasterével kapcsolatban, s meg kell állapítani, hogy miképpen lehetne csökkenteni a balesetek súlyosságát ütközésnél a jobb belső kiképzéssel, az ülések kialakításával stb.

Jobb módszereket kell kidolgozni a gépkocsik műszaki állapotának ellenőrzésére, mert ily módon is sok balesetnek elejét lehetne venni.

b) Világszerte sokat foglalkoztatja a kutatókat egy másik probléma kör, a *levegőszennyezés kérdése*. Ismeretes, hogy a budapesti levegő túlzottan szennyezett, ezt azonban ma még csak kisebb részben lehet az autók rovására írni, ellentétben más, főleg nyugati nagyvárosokkal. Ez egyrészt a hazai automobilizmus pillanatnyi fejletlenségét, másrészt az ipari és a fűtési levegőszennyezés elleni védelem elmaradottságát mutatja. Mindkét tényező azonban rövidesen megváltozik, s akkor hazánkban sem mehetünk el olyan könnyen a kétütemű motorok és a Csepel-motorok füstölgése mellett! Az ellenőrzésről tehát már most át kell térni a céltudatos kutatásra, hogy időben kikerülhessük a veszélyt.

A kérdés nagyon szerteágazó. Vannak, akik a megoldást a mai motorok tökéletesítésében is elképzelhetőnek látják, ezek az égésjelenségek, a dugattyú kiképzés, a gázcsere folyamat stb. vizsgálatára összpontosítják erejüket. Mások valami gyökeresen új, vagy talán nagyon is régi megoldásokat keresnek. Ismeretes, hogy az automobilizmus őskorában hosszú ideig egyenlő eséllyel futott versenyt a belsőégésű motor, a gőzmotor és a villamos motor, s csak a huszas években dőlt el a belsőégésű motor elsőbbsége. Mostanában viszont mintha ez az elsőbbség veszélybe került volna. Nem csak a villamos autók divatnak látszó felvirágzására kell gondolnunk, (az elektrotechnika korszerű eredményei alapján valóban komoly vetélytársat jelent), hanem a gőzmotorok ötletének felelevenítésére is.

A termodinamika legújabb eredményei, az új szerkezeti anyagok, realissá tették a belsőégésű motornál jobb mutatókkal rendelkező gőzmotorok kialakítását. Ennek a levegőszennyezés szempontjából azért volna jelentősége, mert itt a tökéletes égés sokkal könnyebben megvalósítható.

c) Hazánkban szinte nagyobb jelentősége lenne egy harmadik problémakörnek, a *zajkérdés vizsgálatának*, mint külföldön. Mi ugyanis egyedülállóan magas fokán állunk a gépjárművek dicséletesítésének. Sehol ilyen arányban nem futnak dieselmotoros járművek, mint nálunk, s a mi diesel-motorjaink a leghangosabb típusokból valók. Nincsenek pontos adataink, de tapasztalatból tudjuk, hogy a budapesti utcai zaj sok nagyváros utcai zajánál kellemetlenebb. Igaz ugyan az, hogy az alapzaj kisebb, de egy-egy autóbusz vagy Csepel teherautó kimondott idegrombolást okoz.

d) A következő itt említendő problémakör kapcsolódik az előzőhöz, sőt bizonyos mértékig a forgalombiztonság kérdéséhez is. Ez pedig az *ergonómiai jellegű kutatások problémája*, illetve a kutatások hiánya. A gépkocsiban ülők kényelme nem luxus kérdés. Nemcsak a zajra, a kényelmes ülésre vagy a kormányzás megkönnyítésére gondolok. Évek óta vajdó probléma az autóbuszok, főleg a városi autóbuszok tengelykapcsolójának, illetve váltóművének az automatizálása. Talán most már megoldódik a légrugózás kérdése. De — igaz, nem az Ikarusz hibájából — olyan barbár, az egészség követelményeivel élesen szembenálló jelenségekkel is találkozhatunk, mint faülések beépítése egyes pesti autóbuszokba. Ilyen esetek láttán nagyon távoli óhaj például a légkondicionált autóbusz, ami pedig sok nagyvárosban megszokott dolog.

Olyan közszemléletet kell tehát kialakítani, amelyben az ergonómiai követelmények figyelembevétele mind a kutatásban, mind a tervezésnél törvényszerű.

e) Végül még egy olyan problémakörre kell felhívni a figyelmet, amelynek a jelentősége elsősorban gazdasági okok miatt rendkívül nagy. E problémakör: a *gépjárművek karbantartásának a kérdése*. A kutatást itt két irányban kell fokozni, egyrészt a járműkonstrukciók kialakításához olyan megoldást kell találni, amely a karbantartási igényt a lehető legkisebbre csökkenti, másrészt magát a karbantartási technológiát kell fejleszteni. Az első irányban a járműfejlesztéssel foglalkozó intézeteknek, gyáraknak, továbbá a BME Gépjárművek tanszékének kell tevékenykednie, a másik irányban pedig elsősorban az ATUKI-ra várnak komoly feladatok.

Ma még nem egyértelmű az, hogy a kötött vagy kötetlen pályás közlekedésnek van-e nagyobb perspektívája, hogy a vasúti közlekedés az egységes közlekedési rendszernek a jövőben is alapvető és legfontosabb tényezője marad-e vagy sem?

Azt meg lehet állapítani, hogy mi volt tegnap és mi van ma, hogy mi van nálunk és mi van a fejlettebb országokban, milyen a fejlődés iránya itt és milyen ott, s ha ezekből indulunk ki, akkor távolról sem olyan egységes a kép, ahogy azt *Nemesdy E.* tanulmánya vizsgálja.

A közgazdászok szerint az *automobilizmus nagyobb mértékben befolyásolja ma a mindennapi életet, a társadalmi-gazdasági fejlődést, az emberek életmódját, mint a vasút befolyásolta annak idején*. Ez elsősorban ott vehető észre, ahol az automobilizmus már valóban kifejldött. Magyarországról ez még nem mondható el, ezért ezeket a hatásokat itthon csak közvetve érezzük, illetve ezek csak most kezdenek érvényesülni.

Ennél a megállapításnál még fontosabb az *autóipar népgazdasági struktúráját, technikai kultúráját, termelési színvonalát gyökeresen átalakító hatása*. Gondoljunk csak a tömeggyártás, a futószalagszerű gyártás megszületésére, vagy olyan iparágra, mint az olajipar, gumiipar stb., amelyek szintén mind az automobilizmusnak köszönhetik születésüket és fejlődésüket. Egyes becslések szerint 15, más becslések szerint 20, sőt 30%-a az emberiségnek az automobilizmussal kapcsolatban végzi munkáját, vagyis az automobilizmus ad nekik kenyeret.

De ha magát a közlekedési munkamegosztást nézzük a közút és a vasút között, akkor is a helyzet a következő. Fejenként évi 500 dollár körüli nemzeti jövedelem mellett (ide tartozik hazánk is) közúton bonyolódik le a személyforgalom — statisztikai átlagban — 55%-a, vasúton csak 45%-a. A fejlettebb országokban ez az arány még inkább a közút javára tolódik el: 1000 dolláros nemzeti jövedelemnél már 83%, 1200 dollárnál 87%, 2000 dollárnál pedig 95% a közúti személyforgalom részesedése, nem az utasszámot, hanem az utaskilométert (!) nézve.

Az áruszállítás vonatkozásában hasonló az irányzat. A közúti gépjárműközlekedés %-os részesedése a népgazdasági összes árutonnikilométer teljesítményből nálunk és a velünk hasonló szinten levő európai országokban csak 5 ÷ 15% ma még. Ugyanakkor a nálunk fejlettebb országokban mint pl. Nyugat-Németországban, Belgiumban, Franciaországban már 30 ÷ 40% Angliában 70%.

Ezek a számok önmagukért beszélnek és ezeket nem lehet elhallgatni. Ezért *Nemesdy E.* tanulmányában előadottakkal csak annyiban értek egyet, hogy az automobilizmus fejlődése valóban nem jelentheti a vasút elsorvasztását. Mind a két fő közlekedési ágat fejleszteni kell, s az élet csak azt kényszeríti ki, hogy mikor melyiket kell vagy lehet gyorsabban fejleszteni.

MÉSZÁROS KOMÁROMY LÁSZLÓ:

A közlekedésfejlesztés időszerű kérdései a közúti pálya vonatkozásában két csoportba foglalhatók:

Az első kérdéscsoport a közúti közlekedésnek a közlekedéspolitikai koncepcióban meghatározott új fejlesztési iránya által a közutakkal szemben a közeli és távolabbi jövőben támasztott követelményei meghatározására irányul.

A másik kérdéscsoport pedig arra vonatkozik, hogy az így meghatározott követelményeknek a közúti pálya vonatkozásában mennyiségi és minőségi tekintetben hogyan kell eleget tenni.

Az első kérdés megválaszolása tudományos nyelven a *futurologia*, a *tudományos jövőbelátás* feladatkörébe, szorosabban értelmezve közúti szaknyelven a forgalomelőrebecslés feladatkörébe tartozik. Habár ezen a téren Magyarországon a tudományos megalapozottság nemzetközi viszonylatban is igen széleskörűnek mondható, mégis felmerülnek eltérő vélemények a kialakult számítási, előrebecslési módszerek tekintetében. A jövőbeni igények megállapítása szempontjából alapvetően fontos, hogy e kérdésben a kutatások további kiszélesítésével, elmélyítésével a közlekedés-prognosztikai adatok olyan alátámasztást kapjanak, hogy megbízható alapját képezzék a tervszerű fejlesztésnek.

A várható követelmények mennyiségi és minőségi kielégítésére vonatkozó második kérdéscsoport a tudományos feladatoknak igen széles területét öleli fel.

A mennyiségi igénykielégítés tekintetében első helyen áll és döntő szerepet játszik a *közutak teljesítőképességének* kérdése. E tekintetben, amint azt NEMESDY E. tanulmánya ismerteti, a kutatások többféle módszerrel foglalkoznak. Az eddigi kutatások eredményeképpen mind hazai, mind nemzetközi viszonylatban általában kialakult az a felfogás, hogy az utakat teljesítőképesség szempontjából az évente 30, illetve egyes helyeken 50 órán át jelentkező óránkénti forgalom mennyiségére — az úgynevezett mértékadó óraforgalomra — kell méretezni, tudomásul véve azt, hogy a legnagyobb terhelésű 30, illetve 50 órán keresztül a mértékadónál nagyobb forgalom mennyiség csak akadályozottan, ki nem elégtő körülmények között bonyolítható le. A gyakorlati alkalmazás során azonban gazdaságossági szempontból felvetődik a kérdés: indokolt-e ilyen relatív rövid időn keresztül jelentkező terhelésre méretezve építeni az utakat? A méretezési határértékeknek, a mértékadó órának a 30-ik, 50-ik, esetleg a 100-ik órában történő meghatározása nem csupán forgalomtechnikai, hanem népgazdasági probléma is, melynek megoldása kellő megfontolást igényel. Minthogy Magyarországon a forgalom fejlődésének abban az időszakában vagyunk, amelyben az ilyen méretezési kérdések új útjaink tervezésénél, létesítésénél sorozatosan merülnek fel, feltétlenül szükséges, hogy ebben, a közlekedéspolitikai koncepció tervszerű végrehajtása érdekében alapvető fontosságú kérdésben a tudományos megalapozottság elmélyítése, és a műszakilag, forgalomtechnikailag, gazdaságilag egyaránt kellően alátámasztott, egyértelmű és határozott álláspont kialakítása mielőbb megtörténjék.

A növekvő forgalmi igények egyre újabb tudományos megoldást igénylő problémákat vetnek fel az *utak geometriai jellemzőinek* kialakításával kapcsolatban is.

Ilyen probléma elsősorban a gyorsforgalmú utak, autópályák, autópályák építésének kérdése, melyek nagy fajlagos létesítési költségeikre tekintettel rendkívül súlyos megterhelést jelentenek a népgazdaságnak. Az ezirányú kutatási munkák a műszaki-gazdasági megalapozottság kérdésével foglalkozva a zavartalan forgalomáramlás és nagy teljesítőképesség alapján igazolják ennek a korszerű úttípusnak a nagy forgalmú irányokban való időszerűségét és gazdaságosságát, de a megalapozottabb, és a gazdasági-pénzügyi szemlélet szempontjából is kézzelfoghatóbb összehasonlító vizsgálatok módszerének kiszélesítése, kidolgozása s ezáltal a jelentős jövőbeni feladatok biztosabb megalapozása ezen kutatások további kiterjesztését és elmélyítését igényli.

Az *autópálya csomópontok és a vegyesforgalmú utak csomópontjainak* kialakításával kapcsolatban elért tudományos eredményeket ugyancsak tovább kell fejleszteni. A forgalom növekedésével kapcsolatban ugyanis újabb megoldandó problémák merültek fel a csomópontok gyorsító és lassító sávjainak, összekötő rámpáinak kialakításánál is.

A *szállítási idők és szállítási költségek* jelentősége a közúti közlekedésben egyre fokozódik. A gazdasági hatékonysági vizsgálatok kialakult módszerei, melyek egyes vonatkozásokban gazdasági körökben még vitatottak, további vizsgálatot, megerősítést, módosítást, illetve kiegészítést igényelnek. Az üzemköltségek kérdésében egységes az álláspontok. A baleseti költségek számítása azonban rendkívül problematikus lévén, még nem nyert megnyugtató és súlyának megfelelő megoldást. Az időköltségek figyelembevétele tekintetében is vannak még eltérő felfogások, bár a vélemények világszerte egyre inkább abba az irányba terelődnek, hogy nem indokolt különbséget tenni a különböző tulajdonban levő járművek forgalma, továbbá a hétköznapi és ünnepnapok forgalma között. Nem alakult még ki megfelelő módszer

az utak fejlesztésével a környezetnek a gazdasági fejlődésére gyakorolt pozitív hatás számításba vétele tekintetében. Igen fontos kutatási feladat a gazdaságosság vizsgálatával kapcsolatban ezen összefüggések feltárása, formulákba öntése és gyakorlati felhasználásra alkalmas tétele.

Az *útpályával* szemben támasztott igények is megnövekedtek. Megnövekedett és kétségtelenül tovább növekszik a kifejthető sebesség, a forgalombiztonság s az utazási kényelem iránti igény. Mivel behatóan foglalkozik az útpályafelületek érdességének kérdésével, kiegészítésként csupán arra szükséges felhívni a figyelmet, hogy a sebességek megnövekedésével kapcsolatban egyre fontosabb szerep jut a nagy sebességek melletti érdességi körülmények meghatározásának, az ezzel kapcsolatos mérési módszerek kialakításának, továbbá, és nem utolsósorban, a megfelelő érdességű burkolatok készíttési technológiájának. Jelenlegi mérési módszereink általában 60 km/óra, kivételesen maximum 70–80 km/óra sebességig teszik lehetővé a mérések végrehajtását. Korszerűbb útjainkon kifejtett 100 km-en jóval felüli sebességekre figyelemmel célszerű olyan módszerek kidolgozása, melyek a biztonság érdekében ilyen nagy sebességek mellett is alkalmasak az érdesség megállapítására.

A *pályafelület egyenetlenségének leküzdése* terén elért eredmények továbbfejlesztése nemcsak utazáskényelmi, de gazdaságossági szempontból is szükséges, mégpedig nem csupán a felület helyes kialakítása, hanem a pályaszerkezet megfelelő teherbírásának biztosítása útján is. Ennek érdekében fejlesztésre van szükség mind a felületi egyenetlenség mérésére alkalmas szerkezeteknél, mind pedig az útburkolatok építésének, illetve az építés ellenőrzésének módszereinél.

Az *aszfaltburkolatok szerkezetében* az összetevők minőségének, a bitumenadagolásnak és filleradagolásnak, a különböző technológiáknak, valamint a hatékony tömörítésnek a felület érdességére gyakorolt befolyását megfelelő kutatások, empirikus összehasonlító vizsgálatok útján meg kell állapítani. A tömörítés terén egyes államokban előtérbe kerülő új típusú tömörítési módok — gondolok itt vastagabb aszfalt teherviselő szerkezetek egy rétegben való tömörítésére — eredményességét célszerű lenne hazai vonatkozásban is megvizsgálni. Tudományos feladatként jelentkezik ezzel kapcsolatban az izotópos tömörség mérés bevezetésének megvizsgálása az aszfalttrétegek tömörségének gyors és hatékony ellenőrzése érdekében.

Meg kell említenem végül az *utak téli forgalombiztosításával* kapcsolatban egyre jobban előtérbe kerülő új feladatokat. A télen is nagy mennyiségű és a lehetőséghez képest jelentős sebességű forgalom ma már hómentes, illetve jégmentes pályafelületeket igényel. Ennek biztosítására az eddigi kutatások eredményeképpen főbb útvonalaink nagy részén bevezetésre került a pályafelület sózása s ezáltal az ún. fekete pálya biztosítása. Ezzel a tevékenységgel kapcsolatban két komoly probléma vár megoldásra: egyik az útpályaszerkezetek, másik a gépjárművek védelme a sózó anyagok káros behatása ellen. A tudományos feladatok egy részének a sózó anyagok különféle burkolatokra, burkolattípusokra gyakorolt hatásának részletes és megbízható vizsgálatára, másrészt az egyes burkolatfajtákon, főként a betonburkolatokon a só hatására előálló károsodás megakadályozására vagy csökkentésére szolgáló módszerek kutatására kell irányulni. Természetesen egyidejűleg törekedni kell olyan módszerek, eljárások kikísérletezésére is, melyek a járművek védelmét szolgálják.

A közúti területen jelentkező néhány időszzerű kutatási feladat felvázolása érzékelteti, hogy milyen jelentős szerep vár a *közlekedéstudományra*, a közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos megalapozásánál. Ezeknek a feladatoknak az ellátása még nem elegendő s nem biztosítja kellő eredménnyel a kitűzött célok elérését. Nem elég a kutatási feladatok tudományos megoldása, a tudományos eredmények összefoglalása. Gondoskodni kell arról — s a tudományos területen működő szakemberek feladata ez — hogy az elért eredmények gyakorlati alkalmazhatósága is kellően elő legyen készítve. Ennek érdekében a tudományos eredményeket közérthető s a tudományos szakterületen kívül működő gazdasági szakemberek számára is világos, határozott és meggyőző módon kell összefoglalni. A lényegesebb időszzerű problémák nagy részénél ugyanis csak ilyen módon lehet a tudománnyal és a tudomány eredményeivel szemben ma még sokhelyütt fennálló bizalmatlanságot és idegenkedést tudományos alapaossággal és a tudomány tekintélyével leküzdeni s a szubjektív megítélésen alapuló fejlesztési módszerek helyett a tudományos eredmények valóraváltását, a tudomány megbecsülését s a közlekedés szakszerű, gazdaságos fejlesztését biztosítani.

TÓZSÉR ISTVÁN:

A közúti közlekedésben a mozgás három főalkotó-elemnek: az embernek, a járműnek és a környezetnek a jelenléte, egysége, és kölcsönös egymásrautaltsága mellett, illetve kapcsolatával valósul meg. Az egyes elemek között meghatározott összefüggések és kölcsön

hatások léteznek. Ezek mennyiségi és minőségi színvonala jelentősen meghatározza a közlekedés lebonyolítási fokát.

NEMESDY E. tanulmánya bevezető része polemizál azokkal a hibás nézetekkel, melyek az egyes közlekedési ágazatok helyét, szerepét tévesen fogalmazzák meg. Éppen ezért a helyes állásfoglalásai kiegészítéseképpen felette indokolt elvi rendszerbe foglalni a közúti gépjárműközlekedés sajátos vonásait.

1. A közúti gépjárműközlekedés szerves része az össz- (egyetemes) közlekedésnek. Ez a megállapítás arra utal, hogy meghatározott törvényszerűségek mellett időszakonként, feladatonként, országonként, természetesen változón, de bele kell illeszkednie az egységes közlekedési munkamegosztásba.

Lényegében alágazat szerepét tölti be, így a tervezési rendszere, gazdálkodási formája. stb.-re vonatkozóan kimeríti, illetve igényli az alágazat funkciójából eredő társadalmi, illetve gazdasági ismérveket.

2. A közlekedés termelő funkciója folytán a közúti közlekedés, mint *alágazat is értéktermelő*. A használati érték képzésében *helyettesíthető használati értéket hoz létre, de rendelkezik (kizárólagos) használati érték képzésű tevékenységgel is*, vagyis tevékenységének eredményeképpen önálló használati érték-képző funkciója is van.

a) Az önállóság kifejezésre jut azokban a tevékenységi körökben, amelyek csak közúton oldhatók meg.

b) Szerves része az egyetemes közlekedésnek, ami azt jelenti, hogy kapcsolódik az egyéb közlekedési ágazatokhoz, mint rész-szektor. Ez a kapcsolata egyre szélesedik.

c) Új szükségletek kifejezője és kielégítője is. Az autómobilizmus elterjedése világtendencia. A gyorsabb mozgás a kevesebb ráfordítási idő és a helyhez kötöttségtől való elszakadásban fejeződik ki tulajdonképpen a társadalmi igény.

3. *Módosult és sajátos igényekkel jelentkezik a népgazdaság egyéb ágaival szemben (termelő és nem-termelő szektorokkal egyaránt)*. E kapcsolatok, illetve igények reális (optimális) jellemzőinek feltárása és rendszerezése a közúti kutatások egyik főfeladata.

4. *A maga sajátos területén használati többletértéket hoz létre.*

A használati többletérték kifejezésre jut abban is, hogy tagadja a korábbi formákat, elveket és arányokat, amelyek az egyetemes közlekedési munkamegosztásban a korábbi időszakokban kialakultak.

5. Fejlődési üteme gyors. Ez kifejezésre jut a fejlődés meredek trendjében, amely trend lényegesen eltér az egyéb népgazdasági ágazatok, vagy alágazatok fejlődési jellemzőitől.

A forradalmi változások a közúti közlekedésben egyúttal jelzik, pontosabban *visszatükrözik a technikai forradalom eredményeit*. Magyarországon a következő 15–20 évben válik a közúti gépjárműközlekedés tömegszerűvé, így a forradalmi jelzők az elkövetkezendő 15–20 évre reálisaknak tekinthetők.

6. A közúti gépjárműközlekedés eltérően a többi közlekedési alágazattól a társadalmi és egyéni kapcsolódás, illetve a közlekedésben való részvétel új formáit teremt meg. A vasút, a hajó, a repülés esetében a résztvevő csupán utas. A közúti közlekedés létrehozta a társadalmi (tömegközlekedés) mellett az egyéni közlekedést is, mint új formát.

Ennek az új formának lényeges vonása, hogy a

a) közúti gépjárműközlekedésben az ember nemcsak utas, hanem dolgozik is, pl. gépkocsit vezet, karbantart stb.;

b) a társadalmi jövedelem felosztásának új arányait teremt meg;

c) az egyéni jövedelmek felhasználásában is új arányok jönnek létre (gépkocsi vásárlás, üzemanyagszervíz, alkatrész stb. felhasználás folytán).

A társadalmi kapcsolatok új vonásai alatt értjük, hogy a közúti közlekedésben résztvevő egyén különböző új kapcsolatokat hoz létre és ezeket tartóssá teszi (gépkocsi vásárlás, közlekedésben való részvétel stb.).

7. Eltérőek, illetve sajátosak technológiai jellegzetességei.

8. A többi közlekedési ágazattól eltérően új, illetve sajátos vonás a szervezeti és funkcionális széttagoltság a tevékenységben a tulajdon-viszonyokban és a szervezethegységben.

9. A közúti közlekedés eszközeinek jellege heterogén. Különböző típusúak és kategóriájúak a járművek, különbözőek az utak, különbözőek az egyéb eszközök.

Az ágazat fejlesztésének tudományos jellegű alapkérdései közül különösen fontosak továbbá az egyetemes (egységes) közúti közlekedés fejlődésének és fejlesztésének társadalmi, gazdasági hatásainak és kölcsönhatásainak kutatása és vizsgálata.

Az *egység* hangoztatása nem csupán jelszó, hanem igen szigorú szükségszerűség, melynek nem kellő értékelése, pontosabban a gyakorlati munkában történő elhanyagolása, komoly hibák elkövetésének válhat forrásul. A kutatás és a fejlesztés az alapelvek egységes értelmezését és alkalmazását tételezik fel a szaktudományok és az összefoglaló tudományok végzőitől egyaránt.

NEMESDY E. tanulmánya is utal a közúti közlekedéshez kapcsolódó szaktudományok viszonylag fiatal voltára, ez nyilvánvaló, hiszen maga az ágazat is fiatal, különösen a hazai tapasztalatokat illetően.

A vasúti közlekedésben az egység meghatározása, illetve érvényesítése viszonylag egyszerűbb feltételek mellett valósult meg (technológiai jelleg, szervezethez, eszközazonosság stb.).

*A közúti közlekedés területén a gyorsabb fejlődés jellemezte és jellemzi az egyes szaktudományok, tudományágak kialakulását, illetve fejlődését. Lassúbb ütemű viszont az összefoglaló a több elem kölcsönhatásán alapuló tudományok, illetve tudományágak fejlődése.*

Egyes vonatkozások hazai művelésében mondhatni még csak a kezdeti lépéseket tettük meg, holott ezek szükségessége hasonlóan fontos és nem elhanyagolható.

Ezek a következők:

a) *A társadalom fejlődése és a közúti közlekedés fejlődésének kölcsönhatásai* (a szükséges és a lehetséges mértékének megfogalmazása).

b) *A közúti közlekedés fejlődésének hatásai és kölcsönhatásai a társadalom szféráiban* (fogyasztás, jövedelem újra elosztás, fogyasztási arányok eltolódása, új szükségletek kielégítése stb.).

c) *A közúti közlekedés főbb közgazdasági-műszaki kategóriái azok mozgástörvényeinek és kölcsönhatásainak kutatása az előrebecslések, prognózisok és várható tervváltozások kidolgozásához megfelelő tudományos alap nyújtás érdekében.*

d) *Az összetartozó, azonos színvonalú paraméterek kutatása és kimunkálása a három fő alkotón túl természetesen az idődimenziót is figyelembe véve.*

e) *Az ember részvételével, szerepével foglalkozó tudományok mind szélesebbkörű bekapcsolása.*

A közúti közlekedés sokirányú összetett tevékenysége és kapcsolódása folytán a tudomány-szervezéstől is igen összetett erőfeszítést követel meg.

Mivel a magyar közúti közlekedés járműveinek egy részét hazai, nagyobb részét importból biztosítja, a kérdés-felvetés bizonyos vonatkozásokban túlnő a hazai kereteken.

A járműkonstrukciókkal szembeni követelmény többek között két fő irányban fogalmazható meg:

a) *Lényegesen növelni kell a járművek és fődarabok élettartamát és üzembiztonságát, továbbá csökkenteni a javítási és karbantartási ráfordításokat.*

b) *Növelni kell a járművek balesetbiztonsági paramétereit.*

Kutatási eredményeink azt bizonyítják, hogy a hazai gépjárművek (de felelősséggel megfogalmazható ez a megállapítás az összes szocialista országra is) a nem kielégítő minőség és konstrukció folytán rövid élettartammal és a szükségesnél sokszorta nagyobb ráfordítással üzemelnek.

Ennek következményeként a közúti közlekedés a szükséges mértékűnél sokszorta nagyobb létszámot foglalkoztat, továbbá nagy mennyiségű álló és forgóeszközt köt le, illetve használ fel.

A konstrukciók alapelveinek módosításával és a gyártástechnológiák színvonalának növelésével a járműgyártás területén ugrásszerű javulást lehet és kell a következő években előirányozni, melynek hatásaként a közlekedésben a fajlagos mutatók javulásával az egységnyi közúti teljesítményre eső élő és holtmunka ráfordításokban lényeges megtakarításokat lehet, illetve szükséges elérni.

Ezért

— a kutató- fejlesztő apparátusok kívánt színvonalú, mértékű és irányú növelésére kell törekednünk,

— gondoskodnunk kell arról, hogy a konstrukciós elvek, a gyártás és üzemeltetés költségeinek optimális elérésére irányuljanak,

— tovább kell fejleszteni az ipari és közlekedési kutató és fejlesztő bázisok koordinált és kétoldalú együttműködését.

A balesetbiztonság társadalmi ügy. A biztonsági követelmények nem kellő szintű és mértékű alkalmazása a járművek gyártásában hasonló, illetve analóg a hatékonyság meg nem értésével, tovább az anyagi károkon túlmenően sok emberi tragédiának egyik okozója.

Ezért fokozni kell mind a hazai, mind az importált gépjárművek primér és szekundér biztonságát.

Ennek megoldásához:

— arányaiban és volumenében növelni kell a biztonsági követelményeket megalapozó és továbbfejlesztő kutatómunkát;

— fokozni kell a közvetlen balesetbiztonsági tevékenységen túl, az egészségvédelmi, zaj- és gázártalmak csökkentésére irányuló kutatásokat is.

# A VÁROSI KÖZLEKEDÉS ÉS AZ URBANIZÁCIÓ EGYES KÉRDÉSEI

SZABÓ DEZSŐ

A KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

Az urbanizáció, település és közlekedés kölcsönhatásai. A foglalkozásbeli eltolódások és az urbanizálódás. Az egyéni közlekedés előretörése és hatása a városok területhasználati módjára. A városi közlekedési módok arányváltozásának befolyásolási lehetőségei; az eljutási sebesség kérdései. A menetirányítás. Az egyéni és a tömegközlekedés pályáinak elválasztása. A kétféle közlekedési mód fejlődési viszonyai. A gyalogosforgalom problémái a modern városban. A városközpont — a legintenzívebb célforgalmú terület — megoldási lehetőségei. A városi zöldterületek és a mai városi közlekedés. Közlekedés és városesztétika.

## 1. Urbanizáció, település és közlekedés kölcsönhatása

Az emberiség létszámának növekedésével és az emberi lét fejlődésével együtt jár az emberi tevékenység módjainak a változása is. A tevékenység változása és a vele járó strukturális társadalmi átalakulás a települések rendszerét is megváltoztatta. Megváltozott a régi idők decentralizált településekből álló településhálózata, megváltozott tehát az emberiség elhelyezkedésének térbeli rendszere is (1. ábra.)

A régi térbeli rendszerre a mezőgazdaság nyomta rá a bélyegét: ez az akkori termelési viszonyok mellett decentralizált településhálózatot kívánt meg. Az akkori ipari és egyéb tevékenység székhelyei nagyrészt a városok voltak, de ezek nem érték el a mai városok nagyságrendjét.

Az ipari forradalom a termelési viszonyok döntő változásával az iparra kezdte áthelyezni a hangsúlyt. A gyárpar már koncentráltabb települést kívánt meg, az ipari üzemek koncentrációja pedig a lakosság koncentrációját.

Az eddigiekben ismertetett folyamathoz csatlakozott az ipari tevékenységen kívül a sokszor csak „egyéb” címszó alatt összefoglalható tevékenységek koncentrációja is.

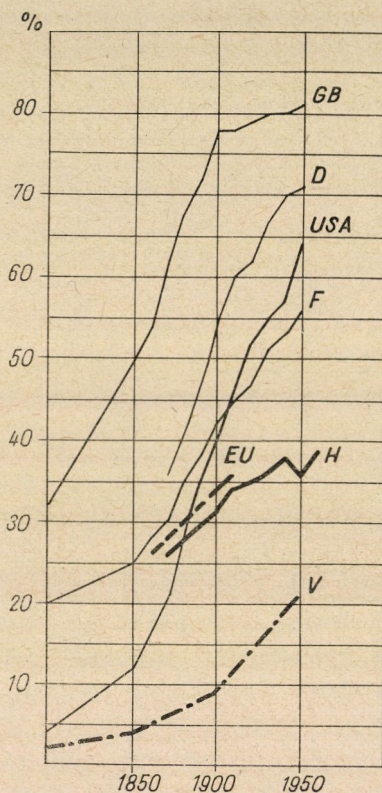
A városok térbeli rendszere régen igen egyszerű volt, mindent el lehetett gyalog érni, ilyen szempontból az időnek nem volt nagy jelentősége. A térbeli rendszer megváltozásával, vagyis a távolságok növekedésével — az időbeli rendszer is megváltozott. Ennek jelentőségéhez a munka végzésében, a gépek által is diktált fegyelemnek és rendszerességnek megfelelően, most már az idő jelentősége is csatlakozott. A települések időbeli rendszerének megszervezéséhez vált szükségessé a településen belüli — korához mérten —

rendszeres személyforgalom is, miután éppen a közlekedés az a pont, ahol a tér fogalmát az időé váltja fel.

Eljutottunk tehát a városi közlekedés problémájának hármas gyökeréhez:

— az emberi tevékenységgel, eredményeivel stb-vel foglalkozni a szociológia és a gazdaságtudományok hivatottak, itt van az alapja

— a települési módnak, amit a településtudomány hivatott tárgyalni, viszont



I. ábra. A városi lakosság számának alakulása 1800 óta. — V: világ, EU: Európa, H: Magyarország (mai terület), D: Németország, F: Franciaország, GB: Anglia, USA: Amerikai Egyesült Államok

— a települési viszonyok által adott térbeli problémák időbeli megoldhatóságával a közlekedéstudománynak kell foglalkoznia.

Bár az említett hármas kiindulás alapjait mindig szem előtt kell tartanunk, problémáknak főként a közlekedéstudományi vonatkozásait kívánjuk érinteni. Látni fogjuk azonban, hogy a településtudományi, elsősorban a városépítési problémák állandóan kapcsolódnak.

Tudomásul kell azonban venni azt is, hogy a közlekedési szükséglet megfelelő szinten való biztosítása erősen visszahat a településre, illetve a városépítésre. A mai kor városrendezésének ezért erősen közlekedési beállított-



ságúnak kell lennie, nehogy a városlakó ember — akiért mindez történik — helyváltóztatási igényeinek nem megfelelő kielégítésétől szenvedjen.

Mindezeket a feladatokat a jelenben, de a jövő érdekében kell megoldanunk. Tekintsük tehát át a kiindulást, a XX. század városának a napjainkig kialakult helyzetét:

— az emberi tevékenységi módok közötti arány átalakulófélben van, a fejlődés az urbánus elem növekedésének irányába halad (1)

— a települések belső struktúrája egy előző korszak társadalmi igényeinek megfelelően alakult ki, de a mai viszonyoknak kell megfelelnie. A strukturális átalakítás legalább is évtizedes jellegű folyamat és éppen a legkritikusabb helyeken, a városközpontokban — főként kulturális értékeik miatt — igen nagy áldozatokkal jár. Ez a probléma különösen az európai városokat érinti közelről. Az így kialakult rendszeren belül kell az időproblémát megoldani úgy, hogy a városi lakosság növekvő számú úticéljaihoz a minimális idő, igénybevételével jusson el. A paradoxon ott adódik, hogy a legnagyobb időigénybevételre éppen azokon a helyeken van szükség, ahol a legtöbb utazás bonyolódik le: a városok belső részeiben, viszont itt eredményezik a strukturális viszonyok a legtöbb közlekedési nehézséget.

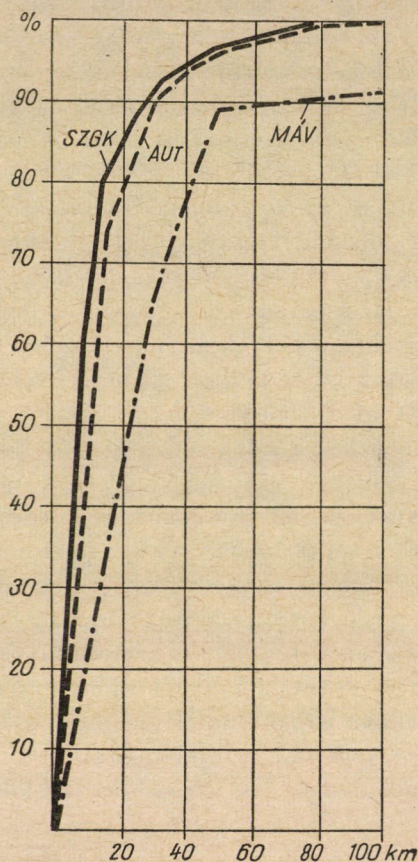
A vázolt helyzetben kell a közlekedési kérdéseket megoldani. A közlekedés kérdései kétféle válnak: a városon kívüli és a városon belüli kapcsolatoknak a kérdéseire. A városi élet mindennapos kérdéseivel a városon belüli közlekedés van közvetlen kapcsolatban, ez az, ami a városlakó mindennapi életének része. A város azonban nemcsak lakó-, hanem munkahely is és hazánkban is általános az a kép, hogy a városok munkahelyeinek száma nagyobb, mint az aktív lakosság száma. Ezt a munkaerőhiányt általában a városkörnyék lakossága pótolja és — részben az ipari koncentráció következtében — ez a folyamat egyre jobban előrehalad. Ilyen módon a két alapvető (városi és távolsági) közlekedési ág közé egy újabb, általában inkább a városi közlekedésre hasonlító közlekedési ág, a városkörnyéki közlekedés is bekapcsolódik.

Itt közbevetően csak annyi említendő meg, hogy hazánkban a vasút utasainak 40%-a utazik dolgozó bérlettel és, hogy a 30 km alatti távolságú utazások aránya 52 %; a hazai távolsági autóbuzs közlekedés átlagos utazási hossza csak 14 km. A személyautó-utazások hosszainak megoszlása is hasonló képet mutat (2. ábra).

Tudományos vonatkozásban a városi közlekedés tárgyalása meglehetősen elkülönül a távolsági közlekedés kérdéseitől; a városkörnyéki közlekedés ebből a szempontból — miután az urbanizálódás által diktált tevékenységről van szó — inkább a városi, mint a távolsági közlekedés körébe tartozik.

A kétféle alapvető közlekedési ág közötti kapcsolatok legerősebbek a műszaki tudományok területén; a településtudományok terén a távolsági

közlekedés az ország (regionális) rendezés, a városi közlekedés a városrendezés tudományos alapjaira — a szociológiát stb. beleértve — támaszkodik. A városi közlekedést és a városkörnyéki közlekedést tehát egyaránt az urbanisztika szélesebb tudománykörébe kell beállítanunk. Szerepét az urbanisztikán belül — annak ellenére, hogy az öncélúságot a leghatározottabban el



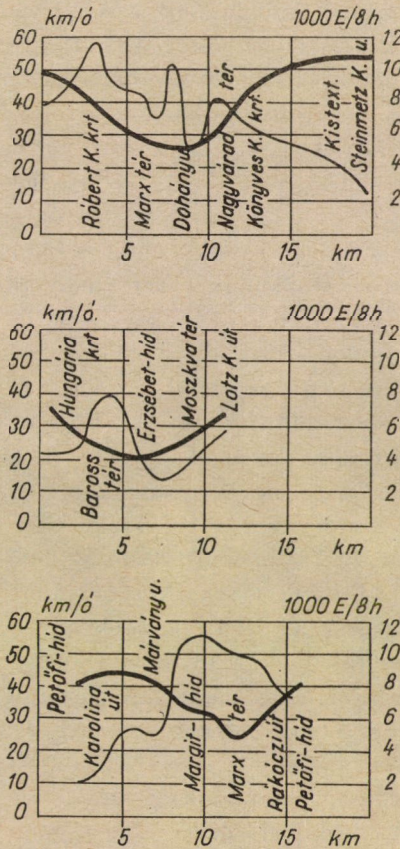
2. ábra. Az utazási hosszak alakulása, MÁV: a MÁV teljes forgalmában (1966), AUT: a Budapesti MÁVAUT teljes forgalmában (1962), SZGK: az USA egész személyautóforgalmából számított adatok (Ötvenes évek)

kell utasítanunk, — növekvőnek és egyre inkább meghatározó jellegűnek kell megítélnünk, erre vonatkozóan korunk legnevezetesebb urbanistáit idézhetjük.

Közbevetőleg említjük meg, hogy a közlekedés terén a nehézségek földrajzi szempontból megoszlanak. A nehézségek túlnyomó része a városközpontokban jelentkezik (3. ábra).

Ha áll a városokra az a megállapítás, hogy a múltban létesültek, viszont a mai forgalmi igényeit kell kielégíteniük, akkor fokozottan áll ez a legrégebb

részükre a városközpontra, ami földrészünk városaiban többnyire középkori, sőt sokszor még római eredetű. Az igények és kielégítésük között a diszharmónia éppen itt a legnagyobb. A nehézségek a legutóbbi idők robbanásszerű fejlődése — a második közlekedési forradalom, az autók elterjedése — következtében egyébként akkor is fennállnának, ha a városközpontjaink történetesen a XX. század huszas éveiben alakultak volna ki. A valóság azonban



3. ábra A városközpont sebességsökkentő hatása. Budapesten, 1968. tavaszán, személyautóval végzett felvételek. — Vastag vonal: sebesség, vékony vonal: keresztmetszeti forgalomfelvételek adatai

az, hogy — kevés kivételtől eltekintve — legkésőbb a XIX. század vége felé már kialakultak.

A városi közlekedéstudomány művelőire súlyos feladatok hárulnak, hogy elő ne álljon az a *Victor Gruen* által „*Unstadi*”-nak nevezett településforma, mely „központnélküli és ezért kultúranélküli terület, melyen a forgalom által eltömött utak és autópályák haladnak át.” [2]

A városi közlekedéstudomány — a településtudományhoz hasonlóan — sok elvet stb-t alakított ki, ezek keresztülvitelére azonban lényegileg két közlekedési mód áll rendelkezésre: az egyéni és a tömegközlekedés. A két közlekedési módot párhuzamosan kell alkalmazni. Az így kialakult dualizmushoz csatlakozik a gyalogforgalom is, így inkább dualizmusról beszélhetünk. Az egyéni közlekedési eszközök számára szolgáló úthálózat és vele együtt a gyalogúthálózat kiépítése nélkül a legkisebb települést sem lehet elképzelni. Ha személyszállító járművek nem is volnának, a teherszállítást és a kommunális járművek forgalmát akkor is le kellene bonyolítani. A tömegközlekedés viszont a városi élet nélkülözhetetlen velejárója, nélküle — legalábbis bizonyos nagyságrendi településektől kezdve — a város funkcióit nem lehet kielégíteni. Tény, hogy a két közlekedési mód között versenyszerű jelenségek lépnek fel. Az egyéni közlekedési eszközök mellett a fő érv a függetlenség és a kényelem, valamint az a tény, hogy a személyautók száma állandóan növekszik — ami ugyanakkor a sebesség csökkenését is okozza és emellett csaknem megoldhatatlan várakozási problémákat vet fel. A tömegközlekedés fő érve a szolgáltatási jelleg, a nagyobb teljesítőképesség (főként mennyiségi szempontból) és az, hogy a rendelkezésre álló korlátozott útfelületet gazdaságosan használja fel. Kétségtelen, hogy mindenik érvnek van alapja, de az is, hogy ezek önmagukban még nem döntőek.

A kérdés települési vonatkozásait röviden elemezve, az alábbi következtetésre juthatunk: a városok lakosságának foglalkozása gyakorlatilag csak a *Fourastié*-féle szekundér és a terciér szektorhoz tartozik [1]. A szekundér szektor munkahelysűrűsége (durván 100 munkahely hektáronként) kisebb, mint a terciér szektoré. (Budapest városközpontjában 500, Londonban 1300 munkahely hektáronként.) A modern technológia — pl. a futószalagon való gyártás — az ipari munkahelyek nagy részének egy szintben való elhelyezését követeli meg. Területigénye tehát fajlagosan is, abszolút értékben is növekszik. Előállhat tehát olyan helyzet is, hogy az iparterület a szekundér foglalkozási ág csökkenése ellenére is növekedni fog — ez a közlekedési hálózat és teljesítmény növelését teszi szükségessé.

A terciér szektor munkahelysűrűsége igen nagy és koncentráldására — pl. az iroda-magasépületek terjedésével — a lehetőségek nagyok. A koncentráldás természetszerűen fokozza a terület fajlagos közlekedési igényét is, másként fogalmazva: *a területfelhasználás módja forgalomkeltő tényezőként is felfogható*. A városterületet — vele együtt a közlekedési hálózatot — ez a szektor általában nem növeli, legfeljebb akkor, ha egyes elemei — pl. a kereskedelem — kifelé települnek. (Ennek hazánkban még nem látjuk jelét és ez a folyamat — úgy látszik — az utóbbi időkben meggyengült.)

Miután a foglalkozási stb. célú utazások ellenkezője a lakóterületre irányul, nem kétséges, hogy közlekedési szempontból a laksűrűség, illetve *a lakóterület beépítési módja is döntő hatású*.

*A ritka* — pl. családiházaz — *beépítésű lakóterület* inkább az *egyéni közlekedésnek kedvez, a sűrű beépítés inkább a tömegközlekedésnek*. Ennek fordítottja is érvényes, ha a közlekedési mód alakul ki előbb és ez formálja a települést: a személyautó inkább a szuburbánus, a tömegközlekedés inkább az urbánus településmód elősegítője. Mindenesetre tény az, hogy a településeknél két újabb fogalom jelent meg: az eddigi *kompakt* (teljesen urbánus) város, valamint a *szétszórt* (szuburbánus) város, vagy település. Korunk új településformájában, a közelmúltban tartott II. Országos Városépítési Tanácskozáson is sokat szereplő *agglomerációban* rendszerint mindkettő előfordul. A két újabb fogalom vizsgálatát mellőznünk kell; csak megemlítem, hogy a szuburbánus város olcsóbb épületei és telekárjai ellenére igen súlyos gazdasági problémákat tartalmaz.

A településtudományak — különösen a két extrém településforma példájából kiindulva — egyre inkább tekintettel kell lennie arra, hogy különösen a kompakt várost a két alaprajzi dimenzióban nem lehet megoldani, hanem egyre nagyobb szerepe lesz a harmadik dimenzióknak, a magasságnak. Az eddigi három dimenzió mellett, különösen a szétszórt városnál még egy dimenzió, az idő is egyre nagyobb súllyal lép fel. A város teljes tér-időrendszere alapos tudományos vizsgálatra szorul és ebbe belejátszik a közlekedési mód is, ez utóbbi, mint a mennyiségre visszaható minőségi tényező szerepel.

Hiba volna azonban a közlekedési mód megválasztásának a kérdését csak a lakó- és munkahelyi forgalomban vizsgálni. Az utazások nagy részét nem ilyen céllal bonyolítják le. Az „egyéb” fogalommal jellemezhető utazások és az ilyen utazásoknak az ellenirányú, a lakóhely felé irányuló párhuzamos utazások egyre inkább térnek át az egyéni közlekedési eszközökre. Ennek a jelenségnek nem térbeli, hanem időbeli és gazdasági hatásai vannak. A tömegközlekedésben a kétféle utazási igény arány-eltolódásával a csúcsforgalmak megmaradnak, a közbenső hullámvölgyek azonban mélyülnek, vagyis végeredményben a csúcs és az átlag közötti eltérés növekszik. Ez a jelenség — az aránytalan kihasználás következményeként — gazdasági szempontból kedvezőtlen és nem lehet a gazdaságosság érdekében a teljesítmény csökkentésével — más szóval ritkább közlekedéssel — korlátlanul ellensúlyozni. Ebben az esetben ugyanis az eljutási sebesség csökken — meglehetősen nagy utazási távolságig — a gyaloglás sebességét alig meghaladó szintre. Az ilyen jelenségek különösképpen a ritka lakosságú területeken léphetnek fel.

Meg kell jegyeznünk, hogy hasonló aránytalansági problémák adódnak a túl nagy, teljesen homogén használatú területeknél is, különösen ha környezetüktől izoláltak. Ennek extrém példái lennének az ún. alvó-városok, melyek csak lakóterületből állnának, vagy egy városon belül a túl nagy lakóterületek. Az ilyen területek a munkaidő kezdetekor gyakorlatilag kiürülnek és kihaltakká válnak, forgalmuk alig van. Vegyes funkciójú területhasználat esetén a forgalmi igény fluktuálása nem ilyen erős, sőt a két irányú igénybe-

vétele sem válik olyan határozottan el, mint a homogén területfelhasználás esetében. Ez a szempont erősen a nagyterületű, túlzottan homogén területfelhasználási mód ellen szól. A városrekonstrukciónál erre a szempontra feltétlenül tekintettel kell lenni.

*A városok térbeli rendszere tehát nem feltétlenül csak a távolság útján hat az időrendszerre, illetve ezen át a közlekedési igények kielégítési módjaira. Ezt az utóbbit, mint láttuk, gazdasági megoldások is erősen befolyásolják.*

## 2. A városi közlekedési módok

A városi közlekedési módok megoszlásában tudomásul kell venni azt a tényt, hogy az egyéni közlekedés vonzóereje növekszik. A ma kerékpár- vagy motorkerékpár-tulajdonosainak állandó törekvése, hogy személyautó-tulajdonossá váljanak, ugyanis a lakosság más kategóriái is erre törekszenek. Hazánkban ma kb. minden 17. háztartáshoz (a háztartások 6%-ához) tartozik egy személyautó, illetve kb. minden ötödikhez (a háztartások 20%-ához) egy személygépjármű. A telítődést kb. háztartásonként egy személygépkocsi értékénél várhatjuk. (Ma pl. Franciaországban a háztartások 40, Olaszországban 20, Angliában 33%-ában van személygépkocsi.)

Meg kell azonban közbevetően említeni azt is, hogy az autósűrűsége nem a lakosság számára, hanem az ország területére vetítve, vagy a teljesítmény-sűrűséget vizsgálva Európában súlyosabb helyzetet találunk, mint az USA-ban. Az USA ilyen sűrűsége 8,4 szgk/1000 km<sup>2</sup>, pl. Ausztriáé 12; hazánké 2,0 szgjmű/km<sup>2</sup>, a motorkerékpárokat is beszámítva kb. 7 szgjmű/km<sup>2</sup>. Az úthálózatra (távolsági utak) vonatkoztatva: USA 12, Magyarország 5 szgk/km; a motorkerékpárokat beszámítva: 20 szgjmű/km. Az USA-ban 1 km útra évi 200 000 kocsi km esik, az NSZK-ban 450 000, stb.

Az elmondottakban csak azzal foglalkoztunk, hogy mennyi gépjárműre számíthatunk, az utakat azonban csak a ténylegesen használt gépjárművek veszik igénybe. Mások azonban a motívumai a gépjármű megvételének és ismét más motívumai vannak a gépjármű használatnak (dimenziója: km/év), ami az utak és a parkolók kiépítését szabja meg. Ezeket a motívumokat ma még nem ismerjük megfelelően, gazdasági és szociológiai alapjaik még sok vizsgálatra szorulnak.

A személyautók terjedése következtében természetes, hogy a tömegközlekedés megítélésénél egyre több szó esik az attraktivitásról. Ennek megítélése terén igen nagy óvatosságot kell tanúsítani. Olyan szubjektív tényezőknél, mint a vonzóerő, meglehetősen szélsőséges szempontok érvényesülnek: a személyautó kényelme, mint egyik és a közlekedési vállalatok véleménye, mint a másik szélsőség. Amint a szolgáltatási jellegű és az ipari jellegű tevékenységek minőségi szintjéről gyakran meg lehet állapítani, az itt fokozottan mutatkozik; a személyautó mint iparcikk úgyszólván évenként nyújt valami

újat és azt kellő propagandával tudatosítja is. A kényelem kérdésében — legalább is a kocsin belül — egyre kedvezőbb megoldásokat nyújt. Ugyanakkor a tömegközlekedés többnyire semmi propagandát sem fejt ki, sőt általában még az utastájékoztató legegyszerűbb követelményeinek sem tesz eleget. Egyáltalában nem indokolatlan az a vélemény, amit itteni látogatásakor egy USA-beli vezető közlekedési szakember fejtett ki: az ottani tömegközlekedés a személyautóval szemben a harcot nem közlekedési síkon vesztette el, hanem ott, hogy a személyautónak van kereskedelmi propagandája — a tömegközlekedésnek pedig nincs — és nem is volt.

Tárgyilagosság kedvéért meg kell említenünk, hogy az egyéni közlekedés Achilles-sarkáról, a várakozás (parkolás) problémájának megoldásáról — különösen nálunk, ahol ez a kérdés még nem égető — nem sok szó esik. Az attraktivitás azonban az időnek is függvénye. Ahogy az egyéni közlekedés fejlődik — növekszik a parkolás problémájának a súlya is, nem csak a helykeresési nehézségek, hanem a parkolási díjak következtében is. A parkolási probléma fontosságát az új városrészekre és a városrekonstrukciókra nézve egyaránt megfelelően kell értékelni. A parkolási probléma előbb-utóbb hazai városainkban is az úthálózat kapacitását határoló tényezők sorába lép. A nehézségek végül is oda vezetnek, hogy az utas nem tudja az úticélját megfelelően megközelíteni és ezzel a személyautó attraktivitásának egyik fő tényezője, a háztólházig szállítás elve szenved kárt.

A tömegközlekedés attraktivitása inkább ott érvényesülhet, ahol külön pályát lehet biztosítani számára. Erre viszont inkább a nagyobb városokban van lehetőség. (Itt nemcsak a gyorsvasutakra gondolunk, hanem pl. az autóbuszokra is.) Az autóteltettség fokának tehát az attraktivitásra is erős hatása van. A jövőre nézve mindenesetre valószínű, hogy az autótulajdonosok egyre növekvő tömegére nézve a tömegközlekedés csak akkor lesz attraktív, ha az autótulajdonos saját kocsiját valamely ok miatt nem tudja igénybe venni — tehát főleg a lakó- és munkahely közötti forgalomban. Ilyen módon azonban a többi családtag tudja a kocsit a munkaidő közben valamely más célra használni, ami ismét más — főleg parkolási — kérdéseket vet fel.

Kérdés, hogy mire a telítődés előrehalad, milyen tendenciák fognak még előtérbe kerülni az attraktivitás megítélése szempontjából. Amit előre láthatunk, az annyi, hogy a személygépkocsi-sűrűség növekedni fog, de a növekedés a használat mértékét, sőt talán még a használhatóság mértékét is befolyásolni fogja.

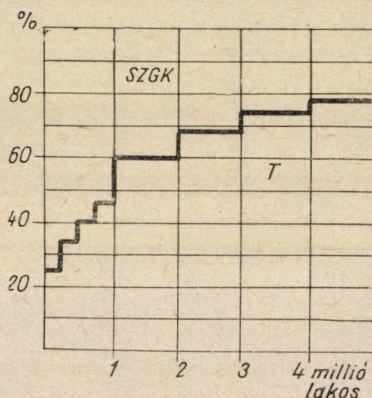
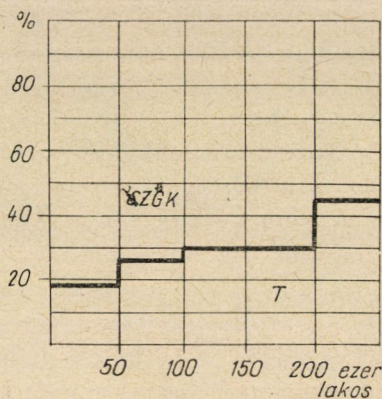
Nyugodtan mondhatjuk, hogy hazánkban ez a kérdés, melynek alapjai szociológiai természetűek, még igen alapos vizsgálatot igényel.

Gyakorlatilag három személyautó-kategóriát kell megvizsgálni: a személyi tulajdonban levő, a munkáltatói tulajdonban levő és a közforgalmú járműveket. A vizsgálatokat a jövőben ilyen módon kell végezni; a két utóbbi kategóriának a szokásos, „állami” fogalomként való összevonása nem ad megfelelő képet.

Közbevetően megemlítendő, hogy a kerékpár és motorkerékpárproblémákat szándékosan nem vizsgáljuk, legalábbis a távolabbi jövő szempontjából nem. A kerékpárosokból egyre

nagyobb arányban lesz motorkerékpáros; egy bizonyos autósűrűségnél — kb. 30 lakos/szgek — pedig a motorkerékpárok száma is csökkenni kezd. A kialakultnak tekinthető helyzetben tehát már csak kivételként marad kerékpár- vagy motorkerékpár forgalom.

A közlekedés individuális vagy kollektív megoldása nem vehető fel alternatívaként — a cél csakis egységes városi közlekedési rendszer lehet — bár a városnagyság a kettő közötti arányt erősen befolyásolja. (4. ábra.)



4. ábra. Az egyéni- és a tömegközlekedési eszközök közötti forgalommegoszlás nagy személyautó-sűrűség esetén. — Felső ábra: a teljes városterületre [13], alsó ábra: a városközpontra vonatkozó adatok [14]. Mindkét ábrán: T — tömegközlekedési eszközökkel, SZGK — személyautókkal lebonyolított forgalom.

Ma már rég meghaladott álláspont a személyautót luxusnak tekinteni, de — ugyanígy — túlzásnak bizonyult az az álláspont is, mely a tömegközlekedést meghaladottnak tekinti.

A városi személyforgalom olyan nélkülözhetetlen szolgáltatása az urbanus életnek, amit mindkét közlekedési mód tekintetében meg kell oldani. Tulajdonképpen kétféle fokozatról van szó, ti. hogy a szolgáltatás egyik módnál csak a pályát és tartozékait jelenti (személyautó), másíknál a járművet



és a teljes üzemlebonylítást is (tömegközlekedés). A helyes fejlesztés célja az arányok jó megteremtése: mindkettőt a leghatékonyabb módon kell alkalmazni.

A közlekedés egyik legfőbb célja az *időmegtakarítás*, ezt legbiztosabban az *eljutási* — és nem az *utazási* — *sebesség jellemzi*. Mindkét közlekedési mód legnagyobb eljutási sebességét csak megfelelő arányok betartása esetén lehet biztosítani. A modern városi közlekedéstervezésnek — a forgalomtechnika szegregációs elvét teljes mértékben figyelembe véve — alkalmaznia kell az egyéni és a tömegközlekedés elválasztásának az elvét a kisebb településeken is. (Pl. külön autóbuszútványok az utakon és a csomópontokon).

A személyautó-közlekedés terén azt kell figyelembevenni, hogy az eljutási sebesség kifejtéséhez szükség van arra, hogy az utazás végén jelentkező parkolóhely keresés ne tartson — szélső esetben — tovább, mint maga az utazás. A szegregáció elvét itt is keresztül kell majd vinni, az út pályajellegét az állomási jellegtől el kell választani, más szóval a várakozó járművek kérdését gyökerében — és nem adminisztratív eszközökkel — meg kell oldani.

A tömegközlekedés területén igen sok tényező érvényesül, ami — sajnos — egyre inkább az indítási időközök növelése irányában hat és az attraktivitást veszélyezteti:

- az, hogy egyre nagyobb befogadóképességű járműveket kell közlekedtetni, nemcsak gazdaságossági, hanem utaskényelmi szempontból is,

- a növekvő közúti forgalomban nem lehet túl sűrű közlekedést fenntartani,

- kis la克斯űrűségű, ill. célpontsűrűségű területeken a forgalmat csökkenteni kell, de mégis fenn kell tartani,

- az egyéni közlekedés sok utast elhódít,

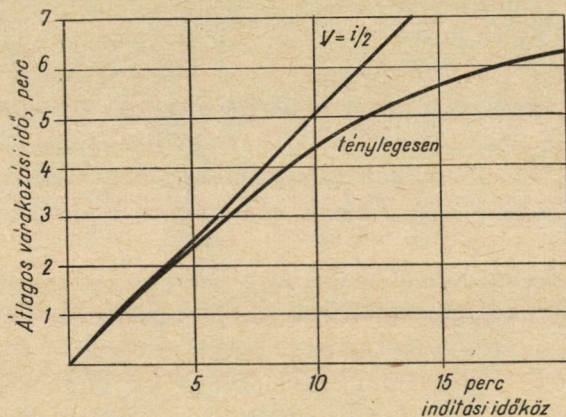
- a személyzethiány stb.

A tömegközlekedés és az egyéni közlekedés attraktivitásának kérdésénél az eljutási sebesség kérdéseit is vizsgáltuk. Az eljutási idő elemeit — a várakozási időt és a menettartamot — vizsgálva a következőket állapíthatjuk meg:

- felszállás előtti várakozás: az eljutási sebesség fokozása sűrű indításokat kívánna. Láttuk, hogy ennek nehézségei vannak. Elhárításukra nincs más mód, mint akár kis, akár nagy indítási közöknél a legnagyobb indítási pontosság és az utas által is megjegyezhető merev menetrend alkalmazása. Az utóbbi különösen a szuburbánus településben döntő fontosságú, mert itt az utasok nagy része állandó jellegű. Csak így remélhető az utas átlagos várakozási idejének a valószínű fél indítási időköz alá való leszorítása (5. ábra).

- A megállóhelyek és az átszállóhelyek egyszerűen és áttekinthetően alakítandók ki, hogy az utas ilyen típusú veszteségei (pl. mélyvezetésű gyorsvasútnál) a minimumra csökkenjenek.

— A menettartam csökkenésének, illetve az utazási sebesség növelésének lehetőségeit rontja a növekvő forgalom, ami az egyéni közlekedésre is kedvezőtlen hatású. Rontja a lehetőségeket az utazóközönségnek az az érthető — és az egyéni közlekedés versenye következtében erősen hangsúlyozott — kívánsága, hogy a megállóhely és a saját kiinduló ill. célpontja között ne legyen túl nagy gyaloglási távolság. Más szóval: a túlságosan hosszú megállóhelytávolságok ma már túlhaladtak, a megállóhelytávolság és a célpontsűrűség között a megfelelő összefüggést meg kell találni.



5. ábra. A valószínű és a tényleges várakozási idő közötti eltérés [15]

Kétségtelen, hogy a másik oldalon — a személyautónál — a forgalom növekedése az utazási sebességet ugyanúgy csökkenti, valamint, hogy a parkolási nehézségek az eljutási időt erősen növelik.

A fejlődés tehát mindkét oldalon negatív eredményű, az, hogy — a műszaki fejlődés ellenére — a sebesség csökken. A két közlekedési mód közötti megoszlást tehát két tendencia közötti eltérés szabja meg.

Az elmondottak következtében nem kétséges, hogy az útfelszíni tömegközlekedésben a menetirányításnak egyre fontosabb szerepe lesz. Itt a közúti közlekedés „általános” menetirányítása mellett a tömegközlekedési eszközök ezen felüli, külön menetirányítására kell gondolnunk, ennek kell megakadályoznia azt, hogy a menetrendszerű — tehát rendszeres — forgalmuk ne váljék egyre inkább véletlen jellegűvé.

Mint érdekességet lehet megemlíteni, hogy a közúti forgalomirányítás rendszerében már több generációt láttunk és a tendencia a múlt ismeretéből kitűnik:

1. generáció: forgalomirányítás nincs (minimális forgalom),
2. generáció: nem fix periódusú, egyedi irányítás (kézzel, vagy jelzőberendezéssel) főként csak a biztonság érdekében,
3. generáció: fix periódus, egyedi irányítás, amíg sem a forgalom, sem az ingadozás nem túl nagy, főként gazdaságossági okból,

4. generáció: fix periódus, de egy csomópont helyett csomópont-sorozat irányítása, már a nagyobb teljesítőképesség érdekében. (Zárt rendszernél bizonytalan.) Nagyobb forgalom-ingadozás esetén — emberi beavatkozással — a periódusidő változtatható.

A legújabb generációváltásnak most vagyunk tanúi, a kísérletek most kezdenek az üzemi alkalmazás síkjára terelődni; a most elterjedőfélben levő

5. generációnál ismét nincs fix periódus (vagy csak részben van), lehet egyedi, vagy sorozat-irányítás, állandóan, a forgalmi igényeknek megfelelően váltakozó időbeosztással, ennek alapja a forgalom bejelentkezése. A forgalomirányítást — a várakozási idők minimumának állandó meghatározásával, számítógép vezérli. Ez a megoldás, bár sikeres eredményei vannak, egyelőre még inkább fejlődési tendenciaként jelentkezik.

Megemlítésre érdemes, hogy a generációk más téren, pl. a fejlesztés terén is, — felismerhetők. Példánknál főleg a szemlélet változása észlelhető:

1. vonali és építési,
2. csomóponti és — esetleg — állomási, napjainkban előretör a
3. hálózati szemlélet.

A modern, nagyteljesítőképességű városi közlekedésnek a két közlekedési mód között kiegyensúlyozottnak kell lennie, minőségileg sokat kell nyújtania stb. Erre a célra pályaként elsősorban a városi úthálózat áll rendelkezésre. Még az USA-ban is, ahol pedig igen kiterjedt gyorsvasutak vannak és a vasutak környéki forgalma is fejlett, a városi tömegközlekedés forgalmának 67%-a bonyolódik le az utakon, másként fogalmazva a vasutak és a gyorsvasutak az USA egész városi közlekedésének csak 5,4%-át bonyolítják le [3].

A városi utak jövőbeli fejlesztésénél erre tekintettel kell lenni. Budapesten kívül belátható időn belül aligha lesz városunk, ahol a városi úthálózatnak a közúttól független tömegközlekedéssel való tehermentesítésére gondolhatnánk.

A városi úthálózatnak egy részét a tömegközlekedési eszközök is igénybeveszik, nagyobbik részét azonban nem. (Pl. a budapesti kb. 3500 km városi útból csak kevesebb, mint 600 km-t, kevesebb, mint 20%-ot). Természetes, hogy ezek egyúttal a legnagyobb forgalmú utak, ahol a forgalomtechnika elveit a legkövetkezetesebben kell érvényesíteni. Egy részüket városi autópályává kell majd továbbfejleszteni. A városi autópálya bizonyos esetekben — főként amíg csomópontja nincs — aránylag kedvezően illeszthető be a városi beépítésbe. A városi forgalmi úthálózathoz való csatlakozást biztosító csomópontok azonban nagy kiterjedésükkel és különösen a sokszor nélkülözhetetlen — egyébként nem kedvező — indirekt kanyarodásaikkal a városszerkezetet zavarják. Ha ilyeneket nem lehet elhelyezni és valamelyik bekanyarodó irányt el kell hagyni, rendszerint hiányt szenved a hálózat összhangja. Ilyen módon — miután az autópálya két nyoma amúgyis elválasztott — valószínűleg indokolt lesz a teljesen egyirányú forgalmú hálózat alapulvétele. Ebben az esetben ugyanis a csomópontok lényegesen egyszerűbbé válnak, a kis- és nagyíves bekanyarodás között nincs eltérés. (Iskolapélda az Erzsébet híd budai lejárójának a viaduktja.) Tény, hogy az ilyen megoldásnak vannak hátrányai; ugyanazok mint általában az egyirányú forgalmú utcák ismert nehézségei. Az előnyök viszont nagyok: a műtárgyak egysze-

rúck és kisebbek, városi szempontból kellemetlen zárványok gyakorlatilag nincsenek. A beépítés tervezésénél figyelembe lehet venni, hogy a csatlakozó terület, illetve úthálózat megközelítése esetleg korlátozott, bár nem annyira, mint az autópályáknál. Esetleg a mai értelemben vett városi autópályák is elhagyhatók, a forgalmi utak ilyen megoldása ezeket pótolhatja.

A városi úthálózat — bármilyen módon kialakított — forgalmi útjainak a jövőben is be kell fogadniuk a tömegközlekedési eszközök forgalmát. A villamosvasútnak, mely nem fog túlságosan fejlődni, az út valamely semleges területére kell kerülnie, hogy egyre inkább gyorsvasúti jelleget vehessen fel. Lényegesen nagyobb hálózata van és lesz is az autóbuszoknak, nagy forgalom esetén megállóhelyeit, még nagyobb forgalom esetén a pályáját is el kell választani. A megállóhelyi beöblösödések alkalmazásának gyakorlatát kétségkívül tovább kell majd fejleszteni — de ez jogi kiegészítést kíván, ti. azt, hogy az öbölből kiálló autóbuszoknak a mellette levő nyomon haladó forgalommal szemben elsőbbsége legyen. (Ez egyébként ellenkezik a mai jogszabályainkkal.)

A külön autóbusznyomok alkalmazása terén Franciaországban és Olaszországban szereztek jó tapasztalatokat.

A legradikálisabb javaslat ezen a téren Millwaukee (USA) közlekedésfejlesztési tervéből [4] ismeretes; elképzeléseiben az a javaslat szerepel, hogy a meglévő autópályát egészítsék ki két csak autóbuszforgalmi nyommal és mai autóbuszforgalmat, valamint a jövőbeni autóbuszvonalakat helyezték át erre a pályára, amelyet azután kizárólag az autóbuszforgalom igényeinek megfelelően alakítanának ki. A vizsgálatok szerint a kétnyomú pálya egy nyomának teljesítőképessége 50 km/ó-nál 1500 autóbusz/óra, az alapul vett 12 m-es kategóriájú autóbusz (51—53 ülőhely) esetén ez kb 75 000 utas/órának felel meg, vagyis a gyorsvasúti kapacitás nagyságrendjének. Tervezési kapacitásnak 88 km/ó sebességgel kb. 1200 kocsi/órát, vagyis kb. 60 000 utas/óra értéket vettek. Bár tény, hogy ezek az elméleti értékek nem mentesek a túlzásoktól és csak nagyon kivételes körülmények között alakulhatnak ki, tény, hogy az USA más városaiban a szokásos városi utakon kijelölt autóbusz-sávokkal igen nagy mennyiségi és minőségi kapacitás-többletet értek el.

A tömegközlekedés egész koncepcióján belül még ma is eldöntetlen, de magára az egész városra és az egész városi közlekedésre visszaható kérdés a viszonylatvezetésé, különösen ha több közlekedési eszköz van.

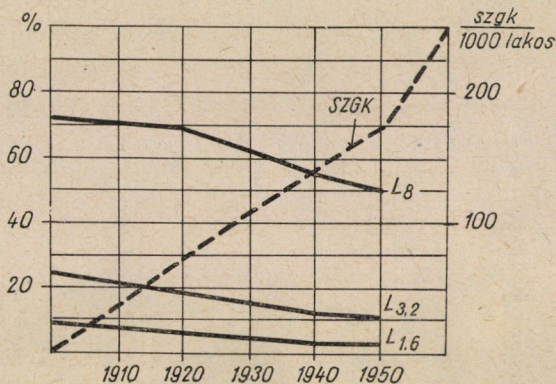
A hosszú — átmérős, közvetlen — viszonylatokat alkalmazó rendszer inkább a kisebb városnagyságoknál, valamint a gyorsvasutaknál jelent jó megoldást.

Az egész nagy városoknál — ahol a gyorsvasút vagy hasonló nagy teljesítőképességű közlekedési eszköz is van — a rövidebb viszonylatok, illetve a nagyteljesítményű közlekedési eszközre való ráhordás elve kezd érvényesülni. Ezt a megoldási módot a vasúti közlekedésben kialakuló körzeti pályaudvari rendszerrel analógnak tekinthetjük.

Mindkét rendszernek nehézségei vannak az eljutási sebesség szempontjából. Az elsőnél a szükségszerűen ritkább forgalom jelent idővesztést, az utóbbi esetben — különösen mélyvezetésű gyorsvasutaknál — az átszállás. (Várakozási idő, átgyaloglás, hosszú mozgólépcső.)

A tömegközlekedési eszközök nagyobbarányú fejlesztésénél városépítési szempontból esetleg új központképző tényező lép fel, az ún. *transportation center* ilyen hatása. (Ilyeneket tartalmaz, pl. a New York-i gyorsvasút 1968. évi fejlesztési terve [5], vagy Atlanta (USA) közlekedésfejlesztési terve [6], de hasonló tendenciákat mutat a londoni autóbussz közlekedés újjászervezéseinek terve [7] is).

A tömegközlekedés hasonló koncepciója a *park and ride* rendszer: a személyautóval való ráhordás. Ez mindkét közlekedési mód előnyeit egye-



6. ábra. A város lakosságának a szuburbánus övezetbe való települése és az autósűrűség közötti összefüggés.  $L_{1,6}$  stb: a városközponttól mért 1,6, stb. km sugarú körön belüli lakosság aránya a város lakosságához (Philadelphia) [13].

síti. Településrendezési szempontból nagy előnye, hogy a városközponti parkolóhely-szükségletet csökkenti. Az eljutási sebesség ennél a közlekedési módnál jól alakul, mert a kedvezőtlen elemek elmaradnak:

- az indulási várakozási idő elmarad,
- a személyautót ott használják, ahol sebességét a legkedvezőbbben lehet kihasználni,
- a parkolóhely-keresés elmarad, mert a parkolóhelyet előre lehet biztosítani,
- a sűrűforgalmú, nem mindig kedvező útviszonylatokkal rendelkező szakaszokon a gyorsvasút sebessége érvényesül.

Ha a szuburbánus települési mód erősen folytatódni fog — ami az autósűrűség növekedésével valószínű (6. ábra), akkor a *park and ride* rendszernek nagy szerepe lesz. Ezt a fejlődést a gyorsvasúti vállalatok már ma is igyekeznek akár meglévő, akár épülő elővárosi hálózatukon elősegíteni. A gyorsvasúti és elővárosi vasúti megállóhelyek mellett egyre több parkolóhely épül, amelyeket különféle rendszerek alapján (gyorsvasúti bérlettel stb.) lehet igénybe venni.

A két közlekedési mód — egyéni vagy tömegközlekedés — közötti választásra vonatkozó megítélésben érdekes példát mutat egy angol nagyvárosban végzett vizsgálat [8].

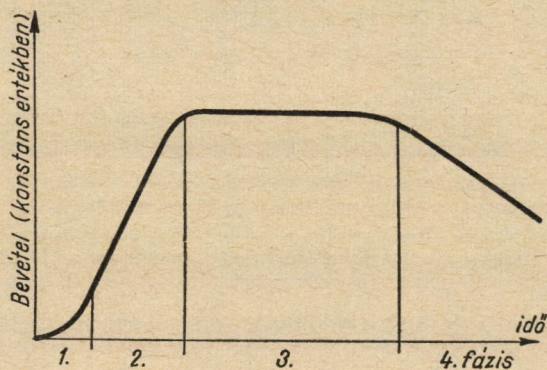
Ebből kiderül, hogy a tömegközlekedés ellen, a személyautó javára szóló döntések túlnyomó részének az utazás egyik vagy másik végén szükségessé váló gyaloglás az alapja: jóval kevesebben kifogásolják az utazási, vagy a megállóhelyi várakozási időt; az átszállás kisebb mértékben szerepel. A személyautó-ellenes döntéseknek több mint a felét indokolják parkolási nehézségekkel.

A két közlekedési mód közötti munkamegosztás kifejlődésében nem hagyható figyelmen kívül az a minőségi tényező sem, hogy a két közlekedési mód más és más fejlődési stádiumban van.

Ismeretes, hogy a gazdasági ágak, vállalatok, stb. fejlődését négy periódusra lehet felosztani, ezek a következők (7. ábra):

1. *Induló periódus*; az alapozó beruházások és a forgalom nagy növekedése jellemzi.

2. *Növekedési periódus*; a kapacitásfokozó beruházások és a megfelelő árpolitikával fenntartható növekedés jellemzi.



7. ábra. A gazdasági tevékenység fejlődésének négy periódusa [16]

3. *Stabilizálódási periódus*; a racionalizálási és kiegyenlítési beruházások, esetleges felesleges kapacitások kialakulása és csekély növekedés jellemzi.

4. *Végperiódus*; a beruházások a veszteség csökkentését célozzák. A forgalom csökken, a felesleges kapacitás növekszik.

A közlekedés területéről az alábbi példákat említhetjük: (Összehasonlítás céljából a példák után — zárójelben — más, eltérő gazdasági ágakból származó példákat is megemlítünk)

1. *Induló periódus*:  
konténerszállító vonatok  
óriási tankhajók  
légi teherforgalom  
(atomtechnika, színes televízió)
2. *Növekedési periódus*:  
személyszállító repülés  
konténeres szállítás  
(műanyagok)

3. Stabilizálódási periódus:  
autóbusz közlekedés  
teherautó közlekedés  
(háztartási gépek, nem színes televízió, rádió)
4. Végperiódus:  
motorkerékpár  
menetrendszerű személyhajózás  
vegyesvonat  
(szén)

A bemutatott példák alapján a tömegközlekedés helyzetét a 3., a személyautóközlekedését a 2. periódusban levőnek becsülhetjük. Meg kell azonban jegyezni, hogy megfelelő üzempolitikával és megfelelő adottságok esetén az egyes periódusok hossza megnövelhető, illetve a kedvezőtlen fejlődés befolyásolható. Ilyen pl. a menetrendszerű személyhajózás kétségtelen visszaesésével szemben a hajózás kirándulóforgalommá való alakítása és ilyen célra való újjáélesztése stb. Nyilvánvaló, hogy a két közlekedési mód fejlődési periódusainak eltérő voltát akár a forgalom-előrebecslések, akár a tervezés stb. terén tekintetbe kell venni.

A mostani fejlődést az autóforgalom emelkedése jellemzi. A tömeg- és egyéni közlekedés közötti arány az egyéni közlekedés javára tolódik el. Az összes utazások számának túlságosan nagy mértékű változása nem várható, tehát a tömegközlekedésnél inkább a stagnálás valószínű. Az autóközlekedés magától is a 2.-ből a 3. periódus felé tart, részben ennek következtében a tömegközlekedés a 3.-ból a 4. periódus felé tolódik. A közlekedéspolitikai személynautó-közlekedés fejlődését általában erősen támogatja, a tömegközlekedésnél — hogy ne jöjjön létre nem kívánatos eltolódás — a 4. periódus felé tolódást lassítani kell, ezért a városi közlekedéspolitikának a tömegközlekedést

- attraktívabbá kell tennie,
- alkalmazási lehetőségeit az eddiginél gondosabban meg kell vizsgálnia,
- nem szabad egyoldalú beruházáspolitikát folytatnia a személyautó javára, de
- ügyelnie kell arra, hogy — a tömegközlekedés stagnálását előrelátva — ne hozzon létre túlságosan költséges, de nem eléggé attraktív tömegközlekedési létesítményeket.

Más szóval összhangra kell törekednie, hogy ne jöjjenek létre olyan nehezen helyrehozható helyzetek a tömegközlekedés tönkremenetele miatt, mint amilyenek egyes országokban felléptek.

A városi közlekedés kiegyensúlyozott, harmónikus megoldása érdekében a fentiekre mindenképpen figyelemmel kell lenni.

Előadásunk tárgya a városi közlekedés, ezért tárgyalásukat nem zárhatjuk le a közlekedés problémáival. A teljes harmónia érdekében a városépítés és a közlekedés harmóniáját is meg kell valósítani, ez pedig csak úgy

lehetséges, ha maga a városépítés is nagyobb mértékben válik közlekedési beállítottságúvá. Ez a probléma leginkább a városközpontoknál ütközik ki.

### 3. A gyalogosforgalom és a városközpont kérdései

Az útfelszíni tömegközlekedési eszközök forgalma, a közúti forgalom és a gyalogforgalom trializmusának tárgyalásakor nem részleteztük a gyalogforgalmat, amire pedig nyilván a jövőben is szükség lesz. A biztonság érdekében szükségessé válik a gyalogforgalmi áramlatok szintbeni elkülönítése, aminek a budapesti gyalogaluljárók vizsgálatánál [9] közúti kapacitásbeli előnyeit is észlelni lehetett.

A szegregáció elvét a gyalogforgalomra nézve egyébként is alkalmazni kell. Csak gyalogforgalmú utak alkalmazása a város egész területén, elsősorban a városközpontban és a lakóterületeken, valamint a zöldterületeken, indokolt lehet. A sematikus megoldásoktól azonban óvakodni kell.

A modern városfejlődés egyes esetekben a gyalogforgalmú városközpont létesítését követelményként állítja fel. Városaink általában nőtt városok, különösen a központjukban sok kulturális értékkel, így valóban szükségessé válhat a városközpont ilyen megoldása, mert a mai forgalmi igényeknek nem tudnak megfelelni. Minden városnak, különösen pedig minden nőtt városnak külön egyénisége van, ami sablonok alkalmazását nem engedi meg. Nem lehet pl. a járműforgalomból kizárni a hídra vezető utakat. (A kizárólag kulturális értékű hidak — pl. a prágai Károly-híd, vagy a firenzei Ponte Vecchio — természetesen kivételek.). Bizonyos utcákat csak akkor lehet gyalogosforgalmúvá alakítani, ha pótlásukról eleve gondoskodnak; nem lehet egyirányú utcapár egyik utcáját kiiktatni; csatlakozni kell a megmaradó úthálózathoz stb. Semmiesetre sem szabad azonban ezt a fontos feladatot vulgarisan — adminisztratív intézkedésekkel, egy kikapott utca elzárásával, stb. — megoldani, mert az ilyen megoldások a jövő számára diszkreditálják ezt a fejlődési irányt.

A csak gyalogforgalmú városközpontok megoldására ma már sok példa, sőt módszer ismeretes [10]. Alapelvük általában az, hogy minél rövidebb gyalogutak adódjanak a tömegközlekedési megállóhelyek, vagy a parkolók és a célpontok között, valamint hogy valóban tiszta gyalogforgalmú megoldások adódjanak és a gyalogosok ne keveredjenek semmiféle járműforgalommal: sem üzletfeltöltő, sem egyéb célforgalommal. Mint ahogy a tömegközlekedési eszközök megállóhelyeinek megvan a hatásterületük, ugyanúgy a parkolóhelyek hatásterületét is meg kell állapítani; az 5 perces gyaloglás valószínűleg mindkettő esetén megfelelő hálózatot ad.

Az előbb említett zavaros helyzet — a gyalog- és a járműforgalom keveredése — akkor fordul elő, ha meglévő városokban létrehozott gyalogforgalmú



területeken a lakóházak, munkahelyek, üzletek stb. megközelítését nem oldják meg.

Ugyancsak rossz eredménye van az időbeli elkülönítésnek is, ami a forgalomtechnika terén általában amúgy sem eléggé eredményes módszer.

A ma már meglehetősen kikristályosodó módszerek közül legeredményesebbnek kétségtelenül a szintbeni elkülönítés látszik. Ezt a megoldást, rendkívül költséges volta miatt, általában nem lehet alkalmazni; de igen jó megoldásokat lehet elérni pl. üzletnegyedekben külön rakodó-utcákkal (az épületek ennek megfelelő kialakításával), a lakóterületek átmenő forgalmat nem biztosító lakóutcai közötti átmenő gyalogutakkal stb. is. Egész városrész — történeti városközpont — megoldásának szép példája Bréma ún. sejtrendszerű megoldása. Itt a járművel járható utcák sehol sem átmenő jellegűek, hanem, a városközpont körül haladó utakra térnek vissza, így átmenő gyalogforgalmú utcák alakulnak ki.

Fel kell azonban hívni a figyelmet arra, hogy *a minden járműforgalomtól mentes városrész a priori lehetetlen*, mert végeredményben minden épület megközelítésére szükség van. A teljesen járműforgalom nélküli terület kiterjedésének az szab határt, hogy — valahonnan — minden épületet meg lehessen járművel közelíteni.

A lényeg tulajdonképpen nem is a járműforgalom megszüntetése, hanem a gyalog- és járműforgalom intézményes, de a város életét nem akadályozó szétválasztása. (Pl. a Váczi-utca új rendezési terve).

Tulajdonképpen ismét csak a szegregáció elvét kell megvalósítani, természetesen a városközpont szükségleteihez alkalmazva. Tudomásul kell venni az erősen célforgalmi jelleget, azt, hogy igen nagy célpontsűrűségű területet kell kiszolgálni, de úgy, hogy — a tömegközlekedéshez hasonlóan — az autó sem tudja közvetlenül a célpontba szállítani utasait. Az egyéni közlekedés célpontjainak — a parkolóhelyeknek — a vonzaskörzeteit tehát meg kell állapítani és városrendezési szempontból is meg kell oldani az elhelyezésüket. (Pl. egyirányú forgalmú utcákhoz való csatlakozás, a be- és kijáratok intézményes elkülönítésével.)

Talán felesleges is említeni, hogy a gyalogforgalom kérdéseit is — kulturált módon — meg kell oldani, semmiesetre sem maradhatnak ottfelejtett útprofilok járdaszegélyekkel, amikre már semmi szükség sincs és amelyek már céljukat veszített, szembántó létesítményekké váltak. Megfelelő burkolatot kell építeni, megfelelő utcabútorokat kell elhelyezni, a közművek, elsősorban a vízelvezetés kérdését meg kell oldani stb. A városközpontokba a legtöbb látogatót a kereskedelem vonzza, ennek az utcák vonalvezetésében is kifejezésre kell jutnia, pl. a gyalogutak semmiesetre se legyenek zsákutcák. A kereskedelem igényeit egyébként már külföldön igen alaposan vizsgálták, közvéleménykutatói, üzleti stb. szempontból egyaránt [10], ezek a vizsgálatok hazai vizsgálatainkhoz jó metodikai stb. alapot adnak.

Az elmondottak során talán túlságosan is hosszán tárgyaltuk a városközpont kérdéseit, azonban ez a városnak az a területeleme, ami a legtöbb közlekedési problémát adja. A lakóterület ilyen vonatkozású kérdéseit ismertnek tételezhetjük fel, az ipari és a mezőgazdasági terület problémái annyira sajátosak, hogy tárgyalásuk a jelen előadás kereteit meghaladná.

#### 4. A városi élet két kérdése

A városi ember életében fontos szerepük van a városi zöldterületeknek. A forgalom zaj- és porképzése, levegőszennyezése stb. miatt a zöldterületek, fasorok stb. szerepe és szükségessége növekszik. Telepítésüknek a közlekedés igényeinek is meg kell felelnie, nem csak azért, hogy ne okozzanak kilátási stb. nehézségeket, sőt inkább tájékoztatásul szolgáljanak, hanem azért is, hogy a növények ne sérüljenek, jól megéljenek, ne kelljen őket megcsonkítani — és jól és gazdaságosan karbantarthatók is legyenek. Bár látunk már jó megoldásokat a legnagyobb — és egyben legsivárabb — összefüggő közlekedési területeknek, a parkolóknak a zöldítésére (Engels tér), az ilyen természetű lehetőségeket tovább kellene kutatni.

Második jelentős problémánk a *városkép*. A város és a közlekedés kapcsolatait vizsgálva, hiba volna elhagyni, vagy elhallgatni az esztétika kérdéseit.

Az eddig elmondottaknak súlyos városesztétikai következményeik vannak. Mindenekelőtt egy alapvető városépítési — állandóan visszatérő és az érdeklődés középpontjában álló — kérdést, a városkép kérdését kell megemlíteni. Azt a megállapítást [11], hogy „*a városképhez, a szó teljes fogalmából kiindulva, hozzátartozik a nyüzsgő városi élet képe, amint ezt a város egy-egy részét megörökítő festők ábrázolják*”, (pl. Canaletto olajfestményei, Rohbock acélmetszetei stb.), teljesen helytállónak kell tekintenünk. Semmiesetre sem fogadhatjuk el kiindulási alapként azt, hogy a közlekedés tényét, vagy létesítményeit kizárólag a városképet rontó tényezőként kellene értékelni. A kérdés lényege a rendezettségben és az egyes létesítmények megjelenésében van.

A rendezettség terén megemlíthető pl. a Rákóczi-út megjelenése a rekonstrukció előtt és után vagy a Budaörsi-út az autópálya-csatlakozás megépítése előtt és után stb. A megjelenés terén megemlíthető, hogy pl. a Vár képét és a budapesti városképet a Vár közvetlen közelében levő modern Erzsébet-híd és a budai oldalon hozzácsatlakozó közlekedési létesítmények nem zavarják, éppúgy, mint a több, mint száz évvel ezelőtt épített Lánchíd—Alagút együttes sem. A városok nem rövid idő alatt keletkeznek és városképük sem mutathatja egy rövid időszak esztétikumát; a jó városkép egy hosszú időszak alkotásainak harmónikus együttesét jelenti. A Várhegy — új Erzsébet-híd együttes képe kb. öt évszázad alatt alakult ki. Az esztétikai élmény kedvező, mert mindkét elem logikus rendszert és önmagában is szép létesítményeket

jelent. — A hajózás Duna-parti, primitív létesítményekből álló, toldozott-foldozott teherforgalmi létesítményei, nehézkes közúti forgalmukkal, rontották a városképet. Az önmagukban is szép személyszállító hajók, melyeknek elődei idestova másfél évszázad óta a budapesti városkép szerves tartozékai (lásd Alt Rudolf stb. képeit) — a városképet szépítik, nélkülük éppen a városi élet nyüzsgésének a hiánya rontaná, tenné holttá a városképet és így tovább. A közlekedésnek még a legkisebb létesítményei is megtervezhetők úgy, hogy funkciójuk kifogástalan ellátása mellett a városképet ne rontsák.

### 5. Összefoglalás

A közlekedési igények fejlődésének okait elemezve, a jövő számára a közlekedés jövőbeni fejlődéséről és ezen belül a városok szerepéről, illetve a városi közlekedés kérdéseiről az alábbiak állapíthatók meg [12]:

— a lakosság számának növekedése, a technizálódás és az urbanizálódás, valamint a világ gazdasági fejlődése egyre nagyobb teljesítményt követel a távolsági közlekedéstől.

— A lakosság helyváltoztatási igénye erősebben hat a városi, mint a távolsági közlekedésre. Ez az igény, amit a városok területi kiterjedésének növekedése, a területi munkamegosztás, a foglalkozási szektorok közötti eltolódás és az egyéni közlekedés előtérbe nyomulása okoz, természetesen legerősebben az *urbanizált* területeket érinti.

— A közlekedés fejlődésének minőségi tényezői közül a *sebesség* vált a legfontosabbá. A munkaidő és a szabadidő-megtakarítás lehetőségei miatt ez az irányzat tovább fog tartani.

— Minél hosszabb élettartamú és minél költségesebb létesítményeket kell tervezni, annál alaposabb prognózisokra lesz szükség. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a trendek egyszerű meghosszabbításai nem megfelelőek, a hosszútávú tervezéshez gazdasági kutatás is kell.

— A közlekedési munkamegosztás egyensúlyának zavarait csak körültekintő közlekedéspolitikával lehet megakadályozni. A közlekedéspolitikának minden segédeszközt — pl. a modern kutatást, a nagyteljesítményű adatfeldolgozást stb. — igénybe kell vennie.

Az elmondottakhoz a városi közlekedés sajátos szempontjait figyelembe véve még annyit tehetünk hozzá, hogy a városi közlekedés sikeres megoldási módjainak lényeges előfeltétele az, hogy az urbánus életnek ezt az igen nagy mértékben előtérbe került tényezőjét a városrendezés, illetve a településtudomány megfelelő módon tekintetbe vegye. Enélkül a modern kor városa nem tudja funkcióit teljesíteni.

## IRODALOM

- [1] FOURASTIÉ, J.: Le grand espoir du XX<sup>e</sup> siècle — progrès technique — progrès économique — progrès social. III. kiadás. Presses universitaires de France, Paris, 1952.
- [2] GRUEN, V.: Die europäische Gross-Stadt — Licht und Irrlicht. *Wiener Schriften*, Heft 20: Europa-Gespräch 1963. — Verlag für Jugend und Volk, Wien, 1963.
- [3] KAHN, J. II.: „Metropolitan Area Transportation” c. előadása a „Centennial Study and Training Programme on Metropolitan Problems” c. kongresszuson. (Toronto 1967. kézirat.)
- [4] Metro-Mode — a new approach to rapid transit. — A General Motors Co. kiadása, 1967.
- [5] *Metropolitan Transportation — a Program for Action.* — The Metropolitan Commuter Authority, New York, 1968.
- [6] *Atlanta Region Comprehensive Plan. 4th Report: Rapid Transit.* — Atlanta Region Metropolitan Planning Commission, Atlanta, 1961.
- [7] *Reshaping London's Bus Services.* — London Transport, London, 1966.
- [8] BURNS, W.: Traffic and Transportation in Newcastle upon Tyne. — Newcastle, 1967.
- [9] *Tanulmányok Budapest közlekedéséről, 2. füzet: Gyalogforgalmi tanulmányok.* — Budapest főváros tanácsának végrehajtóbizottsága; közlekedési igazgatóság. — Budapest 1966.
- [10] PIEPER, F.: Grundlagen für die Planung von Fussgängerbereichen und Parkbauten in Innenstädten. *Technische Mitteilungen, Organ des Hauses der Technik, Essen, (1967).*
- [11] PERÉNYI I.: Településtervezés. Második, javított és bővített kiadás. — Tankönyvkiadó, Budapest 1963.
- [12] NEBELUNG, H.: „Verkehrsbild der Zukunft — aus der Sicht der Verkehrsentwicklung” c. bevezető előadása a „Verkehrsbild der Zukunft” c. kongresszuson, Düsseldorf 1967. Kézirat.
- [13] OWEN, W.: The Metropolitan Transportation Problem. — The Brookings Institution, Washington, D. C. 1956.
- [14] LEHNER, F.: Wechselbeziehungen zwischen Städtebau und Nahverkehr. — Schriftenreihe für Verkehr und Technik, Nr. 29. — Erich Schmidt Verlag, Bielefeld 1966.
- [15] WEBER, W.: Die Reisezeit der Fahrgäste öffentlicher Verkehrsmittel, in Abhängigkeit von Bahnart und Raumlage. — *Forschungsarbeiten des Verkehrswissenschaftlichen Instituts an der Technischen Hochschule Stuttgart.* Bericht Nr. 3., 1966.
- [16] MEYER, J.: Theorie und Praxis der Stadtverkehrswirtschaft. — Az UITP barcelonai kongresszusának iratai, 8. füzet. — UITP, Bruxelles 1967.

**Some Problems of Urban Traffic and Urbanization.** Interactions of urbanisation, geographic distribution of population and traffic. Development of professional structure and urbanisation. Growth of rate of use of private vehicles and its reaction to land use in urban areas. Change of modal split. Possibilities of influencing modal split, the door-to-door speed as a definitive factor. Traffic control. Segregation of lanes of public and private transport. Trends of development of public and private transport. Pedestrian traffic in the city of modern times. Problems of the central area (the area of greatest traffic generation), possibilities of an adequate solution. Green belts and urban transportation. Urban transportation and aesthetics.

**Einige Probleme des städtischen Verkehrs und der Urbanisation.** Die Wechselwirkungen von Urbanisation, Siedlungswesen und Verkehr. Die Entwicklung der Beschäftigungsstruktur und die Urbanisation. Das Vordringen des Individualverkehrs und seine Wirkung auf die, Flächennützung der Städte. Die Änderung des Verhältnisses der städtischen Verkehrsarten, die Möglichkeit der Beeinflussung, die Probleme der Erreichungsgeschwindigkeit. Die Probleme von Verkehrslenkung und -regelung. Die Trennung der Fahrbahnen des öffentlichen und des individuellen Verkehrs. Die Entwicklungstendenzen der beiden Verkehrsarten. Der Fussgängerverkehr im modernen Stadt. Lösungsmöglichkeiten des Stadtzentrums, des Stadtteiles mit grösster Verkehrszieldichte. Die städtischen Grünanlagen und der Verkehr. Stadtverkehr und Stadtbild.

PERÉNYI IMRE:

A városrendezés összességének kérdését, mely különösen ma rendkívül komplex, összetett jellegű, nem volna célszerű túlzottan egy oldalról — jelen esetben csak közlekedési szempontból — beállítani. A szemléletnek komplexnek kell lennie, beleértendő a szociológiai, egészségügyi, közgazdasági stb. kérdések is.

A mai településrendszerben az agglomerációk egyre nagyobb mértékben jelentkeznek. Ennek a típusnak a közlekedésével, az agglomerációs közlekedéssel, a jövőben nagyobb mértékben kell foglalkozni. Nem célszerű tehát a városi és a távolsági közlekedést egymástól túlságosan elválasztani, az előbbi ok miatt sem, a távolsági közlekedés urbanisztikai problémái miatt sem. Bizonyos fajta településeknél — pl. alvóváros, üdülő jellegű település — a belső, településen belüli közlekedés jelentősége amúgy is csekélyebb.

Ha a városépítés problémáinak megoldásánál esetleg két dimenzióban gondolkoztak, az mindig hiba volt. A harmadik dimenziónak és a negyediknek — az időnek — a szerepét a helyes megoldások mindig tudomásul vették. Tény azonban az, hogy léptékváltozás, különösen az utóbbi időkben, mind a négy dimenzió szempontjából bekövetkezett.

A steril, nagy lakóterületek valóban nem bizonyultak megfelelőeknek. A régi, teljesen vegyes, végeredményben a zavaró elemek hatásának érvényesülését eredményező terület-felhasználás hibái már régóta ismertek, most tehát a településtudományak kell megtalálnia a két területfelhasználási rendszer közötti helyes határt.

A tömegközlekedés kiépítettsége az egyéni- és a tömegközlekedés közötti arány alakulása szempontjából éppen olyan meghatározó jellegű tényező, mint a városnagyság. (Természetesen korszerű tömegközlekedést tartva szemelőtt). A tömegközlekedési eszközöknek, illetve pályájuknak a közúti forgalomtól való elválasztása terén valószínű, hogy ilyen jellegű megoldások a vidéki nagyvárosokban is fognak létesülni.

Végül fel kell hívní a figyelmet a várakozó járművek kérdésének nem megoldott és egyre sürgettebben megoldást kívánó voltára.

Összefoglalólag megállapítható, hogy SZABÓ D. tanulmánya, annak komplex urbanisztikai szemlélete egészében helyes. Az itt tett megjegyzések csupán kiegészítések az értékes tanulmányhoz.

#### BÉNYEI ANDRÁS:

A városi közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjai között jelentős szerepet foglal el a *közúti forgalomtechnika*. A gépjárműforgalom fejlődésével együtt fejlődött a járművek viszonylagosan zavartalan közlekedését biztosító építési és forgalmi intézkedésekre vonatkozó ismeretanyag. Ma már ott tartunk, hogy a közúti forgalomtechnika egy-egy részterülete olyan fontossággal bír és oly sok a vonatkozó tapasztalat, tudás és megoldandó probléma, hogy többnapos tartalmas és eredményes konferenciákat tartottak belőle mind hazánkban, mind külföldön. A mondottakat a Budapesten megtartott tavalyi Városi közlekedésfejlesztés tervezési konferencia és az idei Közúti forgalombiztonsági szimpózium is bizonyítja.

A hazai közúti forgalomtechnikai kutatások sajátos helyzetben vannak. A nagy gépjárműforgalommal rendelkező országokban ugyanis a felvetődő problémákkal igen intenzíven foglalkoztak és számos problémát sikeresen megoldottak. Ezeknek az eredményeknek felkutatása, olyan szinten való megismerése, hogy az eredmények használhatók legyenek és a hazai viszonyokra történő alkalmazása jelentős munkát igényel. Néha azonban előfordul, hogy a látszólag csábító külföldi eredmények megismerése után a feladat megoldásához mint teljesen új, előzmények nélküli témákhoz kell hozzákezdeni.

Az új tudományos alapok közül külön kell foglalkozni az *elektronikus számológépek* felhasználásával. Az eddigi tapasztalatok szerint ez a módszer kétfajta feladat megoldásánál nyújt különösen nagy segítséget:

1. Olyan feladatok, melyek hagyományos kézi módszerrel egyáltalán nem oldhatók meg. Ilyen például a városi úthálózat várható forgalmának meghatározása. Ez a művelet természetesen végrehajtható kézi úton is, de bonyolultabb hálózat esetén a kézi ráterhelés csak nagy engedelményekkel végezhető el. Ugyanakkor gépi ráterhelés esetén a modell kialakítása olyan igények kielégítését teszi lehetővé, melyek eredményeként a tényleges forgalomlefolysá jól megközelíthető.

2. Olyan feladatok, melyek kézi úton ugyan megoldhatók, de a nagytömegű számítási munka miatt túlzottan idő- és költségigényesek. Ilyen feladat volt például a közelmúltban a Budapesti Műszaki Egyetem Útépítési tanszékén, a jelzőlámpaszabályozás bevezetésére, vagy a jelzőlámpaösszehangolás tervezésére vonatkozó kutatás elektronikus számológép segítségével.

A települések fejlesztési terve és az ezekhez igen szorosan kapcsolódó közlekedésfejlesztési terv is — mint ismeretes — időnként felülvizsgálatra szorul. Ez a felülvizsgálat elsősorban azért szükséges, mert az idők folyamán az eredeti elképzeléshez képest változnak a területfelhasználási elképzelések. A közlekedésfejlesztési terv szempontjából nézve a kérdést, változ-

nak azok a tényezők, melyek a közlekedési hálózaton lebonyolódó forgalom nagyságát és irányait befolyásolják.

Ha egy adott elképzelés alapján elkészül a településfejlesztési terv és ennek kihatásait figyelembevévő közlekedésfejlesztési terv és ezután a településfejlesztési elképzelések módosulnak vagy módosításuk terhevett, lényeges ismerni ezeknek a módosításoknak hatását, az úthálózat várható forgalmára, illetve magára a hálózatra.

A hagyományos, kézi úton történő hálózattervezésnél a módosítások hatásának vizsgálata túlzott idő- és költség-igényük miatt nehezen végezhető.

Az elektronikus számítástechnikát igénybevévő új hálózattervezési módszerrel az úthálózat mindenkor várható forgalmának a területfelhasználási terven végzett módosítások szerinti változása könnyen előállítható, illetve a kész programokba betáplálendő adatok megfelelő módosításával azok hatása minimális tervezési és számológépkapacitás igénybevétel mellett aránylag rövid idő alatt megállapítható. Ennek előfeltétele, hogy a betáplálendő adatok lehetőleg mátrix-szerű feldolgozásban könnyen korrigálható formában legyenek adva.

Ezzel a módszerrel a közlekedésfejlesztési terv szinte „napra kész” állapotban tartható és mindennemű változtatás hatása azonnal lemérhető.

Meg kell mondani, hogy az elektronikus számológépek használata forgalomtechnikai problémák megoldásánál pillanatnyilag elég költségigényes. Örömmel kell azonban megállapítani, hogy az illetékesek helyesen értékelték ennek a módszernek előnyeit és a bevezetéssel járó kezdeti nehézségeket.

A közúti forgalomtechnikával kapcsolatban fel kell hívni a figyelmet egy nagyon egészséges jelenségre: éspedig a *problémamegoldások leegyszerűsítésének folyamata*ra. Példaként a jelzőlámpával nem szabályozott csomópontokkal kapcsolatos kérdéscsoport említhető. Ezek kapacitásának, a várakozási idők nagyságának és eloszlásának meghatározására régebben azt mondtuk, hogy a matematikai modell felírása még nagy elhanyagolások esetén is igen nehéz, bonyolult, a gyakorlat mérnököt visszariasztó összefüggést eredményez és megoldásához jelentős matematikai apparátus szükséges. Gondoljunk itt a közismert Rapp, Grabe vagy Dorfwirt-féle modellre. A Monte-Carlo módszer bevezetésével és az elektronikus számológépek alkalmazásával ma a számítás egyszerű grafikonból történő leolvasással megoldott.

Hasonló jelenség tapasztalható a jelzőlámpás csomópontok kapacitás-számításánál, pl. az 1600 E/ó ökölszabályra, vagy például a városi utak kapacitás-kategóriájának meghatározására 800, 1200, 1500, 1800 E/ó nyomenkénti értékben.

Fel kell hívni a figyelmet a közúti forgalomtechnika szakterületéhez tartozó elvégzendő kutatásokra, természetesen a teljesség igénye nélkül:

1. A *számológépek alkalmazásának kiszélesítése* és a meglévő programok korszerűsítése a tervezésekkel kapcsolatban.

2. A *forgalomirányítás korszerűsítésével kapcsolatos kutatások*. A központi jelzőlámpaszabályozás bevezetésének előkészítése, komoly tudományos feladat, noha számos külföldi országban már megoldották.

3. Az *álló járművek elhelyezésének kérdése* elsősorban és lehetőleg UNIVÁZ elemekből készített parkológarázsokban.

4. A közeljövőben, remélhetően már 1970-ben sorra kerülő budapesti *közúti forgalomáramlási vizsgálat* végrehajtása lakásinterjú módszerrel.

5. A *megbízhatóbb forgalomelőrebecslés* érdekében az ezek alapjául szolgáló összefüggések felderítése.

Befejezésül hangsúlyozni kell, hogy a közúti forgalomtechnika, mint szaktudomány csak eszköz annak a közlekedéspolitikai célkitűzésnek megvalósításában, mely szerint a városi közlekedésben továbbra is az alapvető szerep a tömegközlekedésé, de ugyanakkor lehetőség szerint törekedni kell a rohamosan növekedő, egyéni gépjárművekkel történő közlekedési igények kielégítési lehetőségének biztosítására.

SZŰCS ISTVÁN:

A szerző tanulmányában az urbanizáció és a városi közlekedés kölcsönhatásának tárgyalásánál többször említette a szociológiát és kifejtette, hogy a városi közlekedés a városrendezés tudományos alapjaira — ideértve a *szociológiát* is — támaszkodik.

A nemzetközi szakirodalom az ún. szakszociológiák körébe sorolja a *közlekedésszociológiát*, mely — több más mellett — a városi közlekedés társadalmi vonatkozásaiával foglalkozik. Magyarországon nem beszélhetünk közlekedésszociológiáról, mivel e tudományág — miként számos más szakszociológia — még nem alakult ki. A településtudományi kutatómunka keretében kezdtünk néhány éve foglalkozni a településszociológiával. E kutatómunka csak rend-

kívül érintőlegesen foglalkozott a városi közlekedés közvetlen problémáival, a városi közlekedés és az ún. urbanizáció kapcsolata azonban közvetve már jelentkezett.

Ézévi településszociológiai kutatómunkánk során a nagyvárosi életmód szociológiai vizsgálatát kezdtük meg. Az életmód egyik fontos meghatározó tényezője, illetve megnyilvánulási formája az emberek városon belüli mozgása. Ezt három relációban vizsgáltuk:

- lakóhely-munkahely kapcsolatában,
- a társadalmi kapcsolatok térbeliségénél,
- a családok különböző, városon belüli mozgásaiban (úgy mint bevásárlásnál, a kulturális és szórakoztató intézmények látogatásánál, vasárnapi programjánál stb.)

Vizsgálatunkban az urbánus életmód jellemzőit, ismérveit kívántuk megismerni és azt vizsgáltuk, hogy a lakóterületek jellege, városszerkezeti elhelyezkedése és ezzel kapcsolatban közlekedési adottsága miképpen befolyásolja az ott élő családok életmódját, milyen lehetőségét adja az urbánus életmód vitelére. Itt most példaként szeretnék vizsgálatainkból két konkrét témakört kiragadni, ahol a városi közlekedés vonatkozásai szembetűnően jelentkeznek:

A lakóhely-munkahely kapcsolatok témakörében azt vizsgáltuk, hogy a belső városrészekben élő családok, illetve az Üllői-úti lakótelep lakossága munkahelyét — egyszeri utazást számítva és beleértve a megközelítést teljes időszükségletét — mennyi idő alatt éri el. Az utazási idő kategóriái szerinti megoszlást a következők tartalmazzák:

Egyszeri utazási idő	% -os megoszlás	
	Belső városrészek	Üllői-úti lakótelep
— 20 perc	37	12,7
20—30 perc	37	34,2
30—45 perc	13	30,2
45—60 perc	9	12,5
60 percnél több	—	6,6
Változó telephely, nem átlagosítható	4	3,8
Összesen:	100	100,0

Az adatokból jól látható az a lényeges különbség, amely a belső városrészek, illetve az Üllői-úti lakótelep városszerkezeti elhelyezkedéséből, közlekedési adottságaiból következik. Az adatok átlagolásából megállapítható, hogy a belső városrészekben lakók 24,8 perc, az Üllői-úti lakótelepen lakók pedig 34,5 perc alatt érik el munkahelyüket. Hozzá kell tenni, hogy az Üllői-úti lakótelep, mely 6,5 km-re helyezkedik el a városközponttól, nem tekinthető perifériakusznak, hiszen a legtávolabbi lakóterület városközponthoz viszonyított távolsága 21 km.

Második példaként a társadalmi kapcsolatok térbeliségére irányuló vizsgálatok eredményére hivatkozunk. Ez alatt azt értjük, hogy a családok rokoni és baráti köre, mellyel rendszeres kapcsolatot tartanak fenn, területileg miként helyezkedik el a városban. Megállapítottuk, hogy a belső városrészekben élő családok társadalmi kapcsolatai az egész várost behálózzák. A rokoni és főleg a baráti kapcsolatok tehát nem a lakóhely környékén összpontosulnak, hanem a város egészére kiterjednek. Az eltérés a kapcsolatoknak területi súlypontjában van, amely pedig a különböző városrészek társadalmi összetételétől függ. E társadalmi kapcsolatok pedig csak akkor tarthatók fenn, ha a lakóhelyről a város bármely része viszonylag egyszerűen és gyorsan megközelíthető; a térbelileg szétszórtnak jelentkező társadalmi kapcsolatok fenntartása tehát ilyen értelemben lehetséges.

Az urbánus életmód jellemzője a nyitottság, tehát az, hogy az emberek a nagyváros által nyújtott társadalmi, kulturális stb. lehetőségekkel élnek, életük nem koncentrálódik egy szűk térbeli környezetre, hanem ilyen vonatkozásban összvárosi. A városi közlekedés szerepe és jelentősége e vonatkozásban már nem szorul további indoklásra.

SZABÓ D. tanulmányában helyesen vetődött fel a szociológia szerepének hangsúlyozása. Hozzá kell azonban tenni, hogy a szociológiai vizsgálatok egyre indokoltabbá váló kiszélesítése és — például — a közlekedési problémák szociológiai vizsgálatának megindítása talán elsődlegesen a szakemberkérdést veti fel. Magyarországon jelenleg szociológusképzés nincs. A Budapesti Műszaki Egyetemen — ahol a városi közlekedéssel, vagy pedig a városrendezés műszaki

kérdéseivel foglalkozó szakemberek képzése is történik — nincs szociológia-oktatás. Pedig szükséges lenne, hogy a műszaki szakemberek bizonyos szociológiai ismeretanyaggal is rendelkezzenek, műszaki munkájukban a szociológiai szemlélet is érvényre juthasson. Ezért azt hiszem, igen *időszerű lenne a szociológia oktatását, sőt a szociológusképzést napirendre tűzni.*

PRINZ GYULA:

SZABÓ D. tanulmánya igen alapos és sokrétű összefoglalását adja a városi közlekedés aktuális tudományos problémáinak. Számos gondolatot ébreszt, melyek közül az alábbiak csupán hárommal kívánnak foglalkozni.

1. A *városi közlekedés mai problémáit* SZABÓ D. helyesen a földrajzi és történeti adottságokkal hozza szoros kapcsolatba. Egy-két településüinktől eltekintve valamennyi sok évszázadra visszatekintő fejlődésen keresztül kapta mai arculatát. A települések, városok struktúrája ezt a múltat tükrözi és lényegében — legalábbis a városok belső területén, — meghatározza a városi közlekedés számára felhasználható területeket.

2. A *városrendezés munkája során szoros kapcsolat áll a közlekedéstervezéssel.* A SZABÓ D. tanulmányában felvetett problémák egyelőre hazánkban a főváros mellett csak a második kategóriának nevezhető megyeszékhelyekben jelentkeznek ezidő szerint. Ennek a kategóriának valamennyi városára elkészültek már a városrendezési tervek, melyek között sok jó terv van, különösen a városközpontokra vonatkozóan a korszerű gyalog-elv és járműparkolási-igény figyelembevételével. Természetesen a városok arculatán ezek a tervek még nem jelentek meg, megvalósításuk még a jövő feladata.

Igen nagy gondot kell fordítani a városrendezés során a *terület gazdaságos kihasználására* és ebben a kérdésben merült fel a parkoláshoz szükséges terület nagysága. Az ember igényeinek kielégítése során összeütközésbe kerül a zöld- és a közlekedési terület helyes arányának megválasztása. Az előírányzott távlati járműellátottság ugyanis, a mai laksűrűségi normák esetében, az összterület harmadát lefoglalja járműparkolási célra, ami a zöldfelületek csökkentésével járna.

3. A SZABÓ D. tanulmányában említett *viszonylatvezetés kapcsán felvetődik a díjszabás kérdése.* Elvként kiemelendő, hogy a jó városrendezési tervek és a közlekedési tervek a közgazdasági kérdések összehangolásával lehetnek csak eredményesek. Olyan díjszabás pl., mint az egyesített fővárosi tömegközlekedés ma érvényben levő rendszere, ellene dolgozik a korszerű és gazdaságos viszonylatvezetésének. Ez viszont maga után vonja a műszaki, sőt a városrendezési problémák sokszor helytelen megoldását is.



# A VÍZIKÖZLEKEDÉS FEJLESZTÉSÉNEK TUDOMÁNYOS ALAPJAI

FEKETE GYÖRGY

A MŰSZAKI Tudományok KANDIDÁTUSA

A tanulmány utal azokra a főbb alapozó és alkalmazott tudományágakra, amelyeken a víziközlekedés — víziútépítés, hajóépítés, hajózás — fejlesztésnek tudományos alapjai nyugszanak. A víziközlekedés logikai folyamatábráján, mint modellen, szemlélteti a szállítási feladat jelentekzésétől a realizálódásig felmerülő, tudományos elemzést igénylő folyamatokat, az egyes tényezők között fennálló sokágú kapcsolatot. Különböző hajózási módszerek mutatóit triaxiális rendszerben felépített térbeli modelleken hasonlítja össze. A Dunának, mint nemzetközi víziútnak és a nyolc dunai ország hajózásának statisztikai adatsorát egy szinkron-optikai modellen dolgozza fel. Ez a modell alkalmas a víziút teljes hosszában a jellemző mutatók egyidejű egybevetésére és tudományos elemzésük alapján a szükséges fejlesztési intézkedések meghatározására.

## I. Bevezető megállapítások

Csakis a tudományosan megalapozott fejlesztés lehet a bázisa bármilyen távlati, nagyhatékonyságú beruházásnak s a közlekedés a jellegéből kifolyólag igényli, követeli a nagy koncepciók kialakítását, az egészről a rész felé haladás módszerének alkalmazásával. A tudomány egyre döntőbb tényezője magának a termelési folyamatnak, miáltal a tudomány eleven erővé válik és népgazdaságunk erősödésének, fejlődésének célkítűzéseit a maga módján is hatékonyan szolgálja. Az anyagi javak előállításánál mind szorosabb együttműködés alakul ki ennek következtében a fizikai munkás, a szellemi munkás, a mérnök, közgazda- és az egyes tudományterületekkel foglalkozó tudósok között. A tudományos igényesség fokozódása napjaink egyik világméreteket öltő jellemzője.

A víziközlekedés területén szinte valamennyi alapozó és alkalmazott tudományág ismeretére és felhasználására szükség van, hiszen egy-egy hajó a maga parttól elszakított voltában önálló és mozgó emberi településként fogható fel, korszerűen megoldva annak teljes problematikáját. Akár az ember, akár a hajó mint termelőeszköz, avagy az energetika oldaláról is nézzük a kérdést, sorban utalva sok más között pl. a kommunális probléma megoldására is, megállapítható, hogy a hajón és a hajózásnál éppen ennek következményeként rendkívül szerteágazó tevékenységgel találkozunk. Csupán felsorolásként és teljességre nem törekedve, említhetők az alapozó tudományok között a matematika, a statika, a kinematika, elektronika, energetika, hőtan,

hidrológia, hidromechanika, hidrodinamika, a hajók építésével kapcsolatban a gépészet valamennyi ága, az elektrotechnika, az automatizálás, információrendszerek alkalmazása, a kikötők és víziútak vonatkozásában a mélyépítés és magasépítés szinte valamennyi megjelenési formája. A természeti, gazdasági és politikai földrajz, közlekedési statisztika, közlekedésgazdaságtan, közlekedésüzemtan, kibernetika, programozás, valószínűségszámítás, prognosztika, hálótervezés, munkalélektan, hajóegészségtan, számítógéptechnika, gépkönyvelés, operáció kutatás, korrelációvizsgálatok, szállítástervezés és szállításszervezés, analógiavizsgálatok a variáncszámításoknál, hatékonyságszámítás, műanyagtechnika, izotópkutatás az anyagvizsgálatoknál és még sorolhatnám. Magától értetődik, hogy az egyes tudományterületek különböző csoportosításban kerülnek felhasználásra a víziútak építésénél (beleértve a kikötők építését is), a hajók építésénél, valamint a hajóknak a víziúton való közlekedtetésénél, tehát magánál a szorosabb értelemben vett hajózásnál. A nagy kikötők olyan komplex közlekedési csomópontok, ahol szinte valamennyi közlekedési ág tevékenysége egy egészé fonódik össze, s ebben az összefonódásban a víziközlekedésnek a komplex közlekedési és szállítmányozási feladatok megoldásába való bekapcsolódása jelentkezik.

Nem lehet említés nélkül hagyni azt a tényt, hogy a magyar víziközlekedés ma sem rendelkezik tudományos kutató intézettel, de még csak tervező intézettel sem, éppen ezért a víziközlekedés területén a tudomány fokozottabb művelése érdekében erről a helyről is szeretném kérni elsősorban a Magyar Tudományos Akadémia, nem kevésbé azonban az összes illetékes szervek ez irányú hatékony támogatását, jelenleg ugyanis a víziközlekedés területén kifejlesztett tudományos munkásság kizárólag néhány tucatnyi szakember lelkes és szabad idejében végzett munkájának szerény eredménye.

## 2. A víziközlekedés folyamatábrája

A távlati koncepciók készítésénél igen ajánlott egy folyamatmodellből kiindulni, mivel e modell szerkesztése és egyes részletelemeinek gondos tanulmányozása felhívja a figyelmet azokra a kapcsolódásokra, kölcsönhatásokra, folyamatirányokra és szükséges visszacsatolásokra, amelyeknek komplex ábrázolása révén a koncepció rendszertani bemutatása válik lehetővé. Maga a közlekedés folyamatrendszer és azon belül az egyes közlekedési ágak ugyis felfoghatók, mint egy folyam mellékágai. Csakis ezeknek a mellékágaknak az egy közös mederbe foglalásával és helyesen irányított továbbvezetésével, még hozzá tudatos továbbvezetésével lehet elérni, hogy a közlekedés a maga egészében — nem pedig az egyes közlekedési ágazatok széttagoltságában — váljék a népgazdaság erőteljes közlekedési áramlásává, folyamává.

Szerző megkísérelte felépíteni a víziközlekedés logikai folyamatábráját miközben ügyelt arra, hogy a folyamatábra a víziközlekedés realizmusára

jellemző hármasságban mutassa be, az egyes folyamatok egymásutánját és egymásra utaltságát. Ez a trializmus a *víziút építés* (tehát a pálya, beleértve a kikötőket), a *hajóépítés* (tehát a közlekedő eszköz, a szállítóeszköz) és végül a *hajózás*, a víziszállítás többé-kevésbé szoros, általában sztohasztikus, de egyes kapcsolatainál determinisztikus összefüggéseivel jellemezhető.

Az 1. ábrán a víziközlekedés logikai folyamatábráján követhetjük az egyes folyamatokat, decimális rendszerbe foglalt általános modellen a feladat jelentkezésétől egészen a közlekedési, vagyis szállítási szolgáltatás realizálódásáig, mint a feladat megoldásáig.

Az egyes decimális számokkal jelölt események, feladatok között dialektikus kölcsönhatás van, nevezetesen a soronkövetkező az előzőre kell hogy támaszkodjék, abból kell kiinduljon, míg az előző számos esetben a következő decimális számmal jelzett tevékenységnek, eseménynek meghatározója.

Ebből következik, hogy *nem lehet kiragadottan foglalkozni egyetlen egy tudományos fejlesztési kérdéssel*, természetesen magával a szállítással sem, hanem az egész folyamatábrában, más szóval hálózatokban kell gondolkodnunk. Természetesen az itt bemutatott folyamatábra teljességgel tartalmazhatja a víziközlekedés fejlesztésével összefüggő valamennyi tudományos kérdés demonstrálását, a cél mindössze a *logikai folyamatok egymásutánjának szinkronoptikai* bemutatása volt, nevezetesen az, hogy szemléltető módon és egyidejűleg áttekinthetően tárja az olvasó elé azt a rendkívül bonyolult folyamatot, amely napjainkban többé-kevésbé *spontán módon*, a jövőben azonban — éspedig minél előbb — számottevő mértékben *tudományos igényű rendszerességgel* és a korszerű technika valamennyi lehetőségének felhasználásával kívánatos, hogy végbemenjen.

A hajózás szeretné, ha a jóváhagyásra került közlekedési koncepció keretében hozzájuthatna — kellően tudományosan megalapozott érvelés és indokolás alapján — mindazokhoz a szállítási feladatokhoz, amelyeknek hazai szállítóeszközökkel történő realizálása a népgazdaságunk számára jelentős devizaszerző és devizakímélő hatásokat eredményezhet.

Kibernetikai szemléletre van szükség ahhoz, hogy a feladatot, vagyis a problémát a teljes folyamatábrán végigkísérjük, végiggondoljuk és ezt a folyamatot az egyes fázisaiban a legkedvezőbb eredmény elérése érdekében tudatosan tudományosan befolyásoljuk és irányítsuk.

Az ábra alján az egyes feladat-csoportok szintjei szerepelnek; külön nagy N-betűvel jelölt körök utalnak azokra a területekre, ahol nemzetközi együttműködést igénylő feladatokkal találkozunk.

Az 1-es számot az ábrán a feladat, vagyis az áru célbajuttatása kapta. Ez népgazdasági feladat, amelynek a megoldása a közlekedés alapvető, elsőrendű feladata.

Ebből következik a 2-es decimális számcsoportha foglalt három kérdés megválaszolása, nevezetesen a „honnan-hová, mennyit és mit” kell elszállí-

tanunk. Ezek az alapvető kérdések, amelyek zömmel eldöntésre kerülnek a külkereskedelmi, vagy belkereskedelmi kötések aláírásakor s ez a három kérdés, ezen belül pedig a honnan-hová kérdés tekinthető a víziközlekedés szempontjából a legdeterminisztikusabbnak.

A következő 3-as decimálrendszerű kérdéscsoportba a „hogyan, a mennyiért és a mennyi idő alatt” kérdések sorolhatók. Ezeknek az optimális megválaszolása a közlekedési munkamegosztás hazai és nemzetközi aspektusait érinti, ami elsősorban közlekedéspolitikai koncepcióból eredő feladat.

A 4-es számjegy alatt megtaláljuk a különböző közlekedési ágak, mint szállítási lehetőségek felsorolását.

Az 5-ös decimális számú feladat kereskedelmi és forgalmi jellegű, mégpedig a közlekedés oldaláról nézve itt kell előkészíteni a döntést, az egyes közlekedési ágak közül a legmegfelelőbb kiválasztását.

Akkor történhet döntés a víziközlekedés mellett, ha a „mennyi idő alatt”-ra adandó válasz kevésbé bír jelentőséggel, mint a „mennyiért”. Ekkor, amennyiben a „honnan-hová”, már említett determinisztikus kérdésre a válaszuk pozitív, vagyis a két primér közlekedési pont között a víziúti összeköttetés megvan, a döntés a víziúti szállítás mellett történhetik.

*A folyamatára eddig az 5-ös pontig bezárólag egyaránt alkalmazható valamennyi közlekedési ág tevékenységi folyamatának logikai elemzésére.* Az ábrából magától értetődik, hogy az egyes decimális számok mindig az előző számból következnek, annak mintegy folyományai. Éppen ezért szükségtelen bizonyítani, miszerint az áruáramlásoknak valamelyik közlekedési ág területére vonzása sokkal kevésbé függ magától az adott közlekedési ágtól, mint a kül- és belkereskedelmi kötésektől, elsősorban az ún. paritásoktól.

Igen helyes lenne tudományos alapossggal és módszerességgel *vizsgálni azokat a külkereskedelmi és belkereskedelmi fejlesztési irányokat, amelyek determinisztikusan hatnak magára a közlekedésre, azon belül az egyes közlekedési ágak arányos és mindezekkel együttesen magának a népgazdaságnak a fejlesztésére is.*

A nemzetközi együttműködés terén a kölcsönös előnyök tiszteletben tartásának elve nélkülözhetetlen. A közlekedési nemzetközi munkamegosztásban való részvételi arányok megállapítása döntő mértékben befolyásolhatja magának a közlekedéspolitikai koncepciónak a magyar közlekedés egyetemes fejlesztésére vonatkozó elhatározásait.

A hogyan, mennyiért és mennyi idő alatt kérdések népgazdasági szinten optimális megválaszolása olyan kereskedelempolitikai és forgalombonyolítási szervezési tevékenységet igényel, amelynek tudományosan kidolgozott és a gyakorlatban bevált hatékonysági, ezen belül nyereség- és önköltségszámítási, még hozzá viszonylati számítási módszereken kell alapulnia. Kívánatos lenne az önköltségszámítás metodikáját a víziközlekedésnél oly módon továbbfejlesztetni, hogy az *árak neme, az árak mennyisége* és a *viszonylatok* szerint meg legyenek azok a tartományok, vagyis alsó- és felső önköltséghatárok, ame-

lyeken belül az egyes konkrét esetekben a díjtétel kiajánlások kellő határozottsággal és biztonsággal lennének realizálhatók.

A 2-es decimális számú kérdéscsoport tartalmazza közvetett módon a telepítéspolitikát néhány igen fontos aspektusát. Mindenekelőtt a honnan-hová kérdés dönti el a víziút igénybevételének lehetőségét. *Telepítéspolitikánknál legalább a jövőben arra kell törekedni* hogy a víziutak-adta szállítási lehetőségeket *közvetlen rátelepítéssel* használjuk ki. Az egyes nagyobb mennyiségű tömegáruk szállítását igénylő ipartelepek telephely kiválasztásánál *már eleve* számításba kellene venni az üzem ipari és ivóvízigényének kielégítése mellett a víziúttal adta szállítási lehetőséget is.

Van egynéhány olyan telepítési példa hazánkban, ahol ezt a szempontot teljesen mellőzték, vagy a tervezésnél figyelembe vették, de az objektum megvalósításánál már figyelmen kívül hagyták. Ennek hátrányai mutatkoznak pl. a Dunaújvárosi Dunai Vasmű kiszolgálásánál, ahol ugyanis az eredetileg tervezett sodronykötélpálya, vagy szállítószalag rendszer elhagyása következtében a Krivojroghól Renin keresztül érkező vasércet még egyszer át kell rakni és vasúti nyomvonalon mintegy 13 km kerülő út megtétele után lehet csak a vasműbe eljuttatni. Az átrakással és a költségesebb vasúti szállítással természetesen a vasérc minden egyes tonnája terhelődik, ami a vízbe dobott kő által ébresztett hullámmozgáshoz hasonlóan, költségelemként továbbvivődik egészen a fogyasztóig és végső fokon egy sor gazdasági ág hatékonyságát és gazdaságosságát kedvezőtlenül befolyásolja. Az ilyen átrakásos — a teljes szállítási távolsághoz képest aránylag elenyésző, de szükséges — fuvarozás a teljes szállítási lánc összköltségét *mérhetetlenül és indokolatlanul* megnöveli.

Másik ilyen példa a váci Dunai Cement és Mészmű, ahol a kombinátot a Dunaparttól mintegy 2 km-re telepítették, amely egymagában elég ahhoz, hogy a szükségessé váló és az üzemi anyagmozgatás kereteit túllépő kapcsolandó szállítás következtében a víziszállítás igénybevételét szinte kizárja. Vác és Dunaújváros szállítási viszonylatában a könnyen és olcsón megoldható, kb. 100 km hosszú víziúti szállítással szemben jelentkezik tehát egy 2 km-es közúti szállítás, majd átrakás; Dunaújvárosban pedig egy átrakás és kb. 13 km-es vasúti szállítás szükségessége. Természetes, hogy így a teljes szállítási folyamatban szinte a kisebbik rész esik a költség szempontjából a víziszállításra és az elő- és utófuvar, valamint az átrakások összköltsége mind ez ideig kizárta a hajózás igénybevételét.

Fentiek után kerül sor — visszatérve az 1. ábrára — a víziközlekedés logikai folyamatábrájának a *döntés fázisát követő* részének taglalására. Három fő kérdéscsoportra kell megfelelő tudományos megalapozottsággal válaszolnunk; nevezetesen

*min* = milyen pályán és milyen kikötőket érintve,

*mivel* = milyen szállítóeszközökkel, tehát milyen hajókkal, végül

*milyen módon*

történik az adott feladat megoldása a víziközlekedés területén. A három kérdés ismételten utal a hajózás tevékenységének trializmusára, amelyet úgy is megfogalmazhatunk, hogy a *min* kérdés megválaszolása pályaépítési, kikötő-építési, elsősorban műszaki feladat, a *mivel* megválaszolása elsősorban hajógyártási feladat és a *milyen módon* kérdésre a választ a nautikai üzemi elemzések elvégzése után lehet megadni.

A 6-os számot a víziútak és a kikötők kapták ebben a decimális rendszerű folyamatábrában. Mind a kettőnél megkülönböztetünk már meglevő víziutakat, kikötőket és tervezetteket. Ezek határozzák meg ugyanis — mégpedig elsősorban a víziút paraméterei — a következő, vagyis a 7-es szám alatt tárgyalt kérdést, nevezetesen azt, hogy milyen hajókkal lehet az adott pályán közlekedni. A legszorosabb egymásrahatás jelentkezik a víziútak és a hajók között. Mindenekelőtt a *víziút mélysége az, amely a legjelentősebb mértékben befolyásolja a rajta gyakorolható hajózást*. Természetesen a további paraméterek, mint a szélesség, kanyarulati sugarak, hidak alatti szabad űrszelvény-magasság, zsilipméretek, áramlási sebességek, a hajózási időny, a hajóút kitűzés, a jelzőállomások stb., ugyancsak nagymértékben befolyásolják pozitív, vagy negatív irányban a hajózás teljesítőképességét és ezáltal versenyképességét az egyes közlekedési ágak közötti választék elbírálásánál.

A kikötőknél a főbb jellemző paraméterek a mélység, a rendelkezésre álló vízterület, a kikötők egymás közti távolsága, a kikötők vízi-szárazföldi átrakó, tároló, belső mozgó, valamint vasúti, közúti kapacitása; a konténeres és egyéb korszerű szállítási módokra való felkészültségi foka stb. A víziutak és a kikötők hajózást befolyásoló hatásai mindinkább világossá válnak és az egyes főbb paraméterek között fennálló összefüggések logikai sorbakapcsolásával a hatások számszerűen is kifejezhetők, kvantifikálhatók.

Itt utalni kell azokra a komplex vizsgálatokra, amelyeket az ún. TN és TF-faktorra nézve a Duna Regensburgtól Sulináig terjedő szakaszára a szerzőnek volt alkalma egy konkrét magyar hajótípusra elvégezni. A TN-faktor megadja a ténylegesen kihasználható tonnanapoknak az elméleti tonna-napokhoz viszonyított hányadát, ami törtszámmal, tizedesszámmal, vagy százalékkal fejezhető ki, míg a TK-faktor — külön vizsgálva a felfelé haladás és a lefelé haladás esetét — tájékoztatást ad arra nézve, hogy az adott víziút szakaszon a vizsgált hajó egy naptári napon (de az egész év korlátozó hatásait figyelembe véve) átlag hány tonnakilóéter elméleti teljesítésre képes. (A képleteket lásd a 2. ábrán). A módszer 15 hajózást befolyásoló tényező logikai sorbakapcsolását tartalmazza.

A bemutatott képletek alapján számítható TN és TK-faktorok a víziút minőségi jellemzésére is alkalmasak, sőt egyes faktorhatárok megállapodás szerinti meghatározása révén a víziutak üzemeltetés szempontjából kívánatos osztálybesorolására is módot nyújtanak.

A hajózást igen nagy mértékben befolyásolják a víziút jellemzőinek idő-

$$TN = \frac{tn_{leh.}}{tn_{elm.}} = \frac{\sum_{m-1}^{m-n} tn + t^m \cdot n^m}{t^m \cdot n_{max}} \dots \dots \dots (1)$$

ahol  $\sum_{m-1}^{m-n} tn$  = a mélységkorlátozásos tonnanapok értéke, (m - 1)-től (m - n) deciméter vízmélységek figyelembevételével és 1 dm biztonsági sávval a hajófenék alatt  
 $t^m \cdot n^m$  = a mélységkorlátozás nélküli tonnanapok értéke  
 $t^m \cdot n_{max}$  = az  $n_{max}$  napot tartalmazó vizsgált időszakban elméletileg lehetséges legnagyobb tonnanap érték

$$TK \uparrow = \frac{\sum_{m-1}^{m-n} tn + t^m \cdot n^m}{n_{max}} \cdot i \cdot v_p \uparrow = T_{leh.} \cdot K_{leh.} \uparrow \dots \dots \dots (2a)$$

$$TK \downarrow = \frac{\sum_{m-1}^{m-n} tn + t^m \cdot n^m}{n_{max}} \cdot i \cdot v_p \downarrow = T_{leh.} \cdot K_{leh.} \downarrow \dots \dots \dots (2b)$$

ahol:  $\frac{\sum_{m-1}^{m-n} tn + t^m \cdot n^m}{n_{max}} = \frac{tn_{leh.}}{n_{max}} = T_{leh.}$  = A vizsgált hajó lehetséges hordképessége az  $n_{max}$  vizsgált időszakban

- $i \cdot v_p \uparrow = K_{leh.} \uparrow; v_p = v_0 - v_v$
- $i \cdot v_p \downarrow = K_{leh.} \downarrow; v_p = v_0 + v_v$
- $i$  = időtényező
- $\uparrow$  = felfelé (hegymenet)
- $\downarrow$  = lefelé (völgymenet)
- $v_p$  = parthoz viszonyított sebesség
- $v_0$  = a hajó holtvízi sebessége
- $v_v$  = a víz áramlási közepsebessége

és ahol:

$$\left. \begin{aligned} \sum_{m-1}^{m-n} tn &= t \cdot n + t \cdot n + \dots \dots \dots + t \cdot n \\ &= t \cdot n \cdot \left[ \frac{(m-2)(m-2)(m-3)(m-3) \dots (m-n)(m-n)}{(m-1)(m-1)(m-2)(m-2) \dots [(m-n)-1][(m-n)+1]} \right] \cdot tn_{leh.} = \\ &t^m \cdot n^m \left[ n_{max} - \left( \sum_{m-1}^{m-n} n + n_j + n_k + n_d \right) \right] \end{aligned} \right\} = \text{a lehetséges tonna-napok értéke}$$

$n_j$  = jeges napok száma;  
 $n_k$  = ködös napok száma;  
 $n_d$  = árvízi napok száma.

(az  $n_j, n_k$  és  $n_d$  előfordulása egy naptári napon természetesen csak egyszeresen vehető figyelembe.)

2. ábra

beni változásai. Értékesek azok a tudományos eredmények, amelyekre a vízállások előrejelzésének kutatása során jutottak. E témakörben a hidrológiai és meteorológiai tájékoztatások és előrejelzések nyújtanak a hajózás számára igen fontos információkat.

A vízállások, a gázlőszintek, a jégjelenségek, a viharok és ködök, valamint egyéb víziútparaméterek előrejelzése a hajózás üzemszervezése és forgalombonyolítása szempontjából nagy jelentőségű, különösen ha figyelembe vesszük, hogy a hajózásnál nagy távolságok viszonylag hosszú ideig tartó leküzdéséről van szó, miközben a hidrológiai és meteorológiai hatások következtében a víziút paraméterei többször is megváltozhatnak. A várható effektív vízmélységek ismerete, a valószínűség határain belül, elősegítik a hajók megengedett terhelésének és ebből kifolyólag minél kedvezőbb kihasználásának a kellő előretartással történő meghatározását. A magyar hajózás támaszkodik ezeknek az előrejelzéseknek az üzemvitel szempontjából kiaknázzható előnyeire.

A víziutak és egységes víziúthálózatok kialakításánál nagy jelentőségűnek mondhatók azok a munkák, amelyek egyrészt a Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa keretében, másrészt az Egyesült Nemzetek Szervezete Európai Gazdasági Bizottságában, valamint Ázsiai és Távolkeleti Gazdasági Bizottságában évek óta folyamatban vannak. A különböző munkabizottságok tevékenysége arra irányul, hogy olyan egységes osztályozási szisztémát dolgozzanak ki, amely egyértelműen meghatározza a víziközlekedés jövő fejlesztéséhez a legmegfelelőbbnek tartott víziútparamétereket. Ismeretes az is, hogy a kellő módszeres előkészítés után — nevezetesen mindenekelőtt az ún. alacsony hajózási vízszint és a magas hajózási vízszint tudományos módszerességgel történt meghatározása után — a Duna menti országok a Dunabizottság keretében is meghatározták a Duna jövő fejlesztéséhez bázisként szolgáló s az úrszelvényekre vonatkozó „Ajánlások”-at. Folyamatban van hasonló jellegű munka a Duna—Odera, valamint a Duna—Elba és a Körforgalmú Keleteurópai Víziút létrehozásával kapcsolatban is az érintett parti országok szakértőinek, tudósainak a közreműködésével.

A víziutak egységes alapelvek szerinti fejlesztése annál is fontosabb, mert már a közeljövőben, előreláthatóan 1981-ben megvalósul a Dunának a Majnán keresztül a Rajnával való összekötése. A hatalmas régiókat átszelő két folyam, a Duna és a Rajna közvetlen kapcsolata újabb lehetőségeket fog adni a víziszállítás kedvező igénybevételére.

Utalni kell arra a sajnálatos körülményre, miszerint víziközlekedésünk fejlesztésénél bizonyos *fáziseltolódásokat* tapasztalhatunk, a gazdaságos üzemeltetést biztosító új hajótípusok építése terén, leginkább azonban fő víziútunk a Duna és az azon levő kikötők fejlesztése területén. A fáziseltolódás természetesen igen kedvezőtlenül éreztetheti hatását olyan időpontban, amelyben a nagyobb perspektívával és hosszabb „előidejűséggel” gondolkodó szomszédos országok ebből a víziútból nagyobb előnyt fognak a maguk számára biztosítani tudni, mint Magyarország.

A víziutak telepítésbefolyásoló hatásai nem ismeretlenek a szakemberek előtt, különösen áll ez az urbanisztikára, ahol ugyanis egy meglévő víziút



a város településének és fejlesztésének egészére rányomja bélyegét. Fővárosunk e tekintetben egyike a világ legszebb fekvésű városainak. Az igazi világvárosok legtöbbjének kellemes színfoltjai és kedvező városkép kialakítását nagyban elősegítik a hajók, amelyek szinte ellepik a várost átszelő víziutat, vagy víziutakat. E tekintetben még igen sok a tennivaló, hogy víz melletti városaink, elsősorban Budapest városképének szerves és nélkülözhetetlen tényezőivé váljanak a korszerűsített személyhajóállomások és a Duna budapesti átkelő szakaszát minél sűrűbben használják a hajók. Különösen a Gellért-hegyről nézve bárki meggyőződhetik arról, hogy a hajók fővárosunk fejlődő életét kifejező „álló” városképi díszletbe szervesen beilleszkedve, „mozgó” szereplőként valóban részesei egy kellemes benyomás és lüktető városképi összehatás kialakításának.

Igen hasznos feladat lenne megfelelő idegenforgalmi elemző munkával — pl. reprezentatív közvéleménykutatással — megállapítani, hogy fővárosunk idegenforgalmi varázsát milyen mértékben tulajdonítja az idelátogató az eleven víziútnak, a Dunának.

A kikötők fejlesztéséhez a tudományos alapok megteremtése ugyancsak elengedhetetlenül szükséges. Különböző nemzetközi szövetségek, tudományos társaságok foglalkoznak a kikötők fejlesztésével összefüggő témák rendszerezésével, egységes fejlesztési irányelvek kialakításával. Célszerű lenne ezeknek az összegyűjtése, tanulmányozása és a jelenlegi hazai viszonyok figyelembevételével, de a perspektívát szem előtt tartva, a hazai kikötők fejlesztésének fokozatos, azonban mielőbbi megvalósítása.

Sajnos kikötőink is „fáziseltolódásban” vannak. Ennek ellenkező példaként említhető a belgrádi új kikötő, amelynek kiépítése már évekkel ezelőtt megtörtént, jóllehet a kikötőt nagyobb merülésű — egészen 5.000 tonnáig terjedő tengeri hajók — legkorábban csak 1971-ben a „Vaskapu”-nál jelenleg építés alatt álló vízlépcső elkészültével látogathatják.

A tengeri víziutak, valamint a tengeri kikötők megfelelő tanulmányozása ugyancsak megtérülő nagyhatékonyságú tevékenysége lehet tengerhajózásunknak és különösen jelentős mértékben előmozdíthatja tengeri hajóink forgalomirányításának hatékonyságát.

A belvízi utak egyes kérdéseinek taglalásánál utalni kell még arra is, hogy a víziútfejlesztések többcélú jellege megkívánja a *komplex vízgazdálkodási szemléletet*. A Dunán eddig megépített vízlépcsők az elektromos energia-termeléssel, a mezőgazdaság belvízlevezetési és öntözési problémáinak megoldásával, az ipari- és ivóvízszükségletek kielégítésével, az árvízveszélyek elhárításával, a hajózás számára kedvezőbb nautikai viszonyok megteremtésével olyan nagyhatású, komplex beruházásoknak bizonyultak, amelyeknek ütemszerű megvalósítása számunkra is elgondolkodtató kell hogy legyen.

Rátérve ezután a folyamatábra 7-es számmal jelölt kérdéscsoportjára, amely lényegében a hajóépítési feladatokat tartalmazza, máris megállapít-

hatjuk, hogy az előző ponttal a legszorosabb a determinisztikus összefüggés. A hajók tervezésére, a főméretek meghatározására a legnagyobb befolyást a víziutak paramétereit gyakorolják, ezért elmondható, hogy az előző, vagyis a 6-os pontban tárgyalt paraméterek determinálják a szállítóeszközök főméreteinek lehetséges kialakítását. A szinte korlátlan lehetőségek csak a tengerhajózásnál forognak fenn, ahol ugyanis a nagy vízmélységek, amelyek a kialakult útvonalakon rendelkezésre állnak, nem szabnak korlátot a hajók merülésének, vagy egyéb fő méretének. Más azonban a helyzet még a tengerhajózásnál is a kikötők vonatkozásában. Azok a szuperhajók, amelyek főleg folyékony áruk, ömlesztett nyersanyagok és alapanyagok szállítására szolgálnak (ún. szuper-tanker-ek és szuperbulk-carrier-ek) csak aránylag kevés számú s hajók fogadására alkalmassá tett kikötőkbe tudnak befutni. A szuperhajók építése főleg a már ismételtelen jelentkezett szuezi válság következtében napjainkban is nagy aktualitású s az elvégzett számítások egyértelműen bizonyítják, hogy a méretek növelésének gazdaságossága c. ismert közgazdasági tételt figyelembe véve, ezeknek a szuperhajóknak az előnyei kétségtelenek, természetesen azonban csak akkor, ha elegendő egyidejűleg elszállításra váró áru áll rendelkezésre, amellyel a hajók hordképességét kellőképpen ki lehet használni.

A belvízi hajózásnál a főméretek növelése bizonyos korlátokba ütközik és pedig elsősorban a mesterséges műtárgyak okozta korlátokba, a Dunán és a majdan vele összeköttetésbe kerülő egyéb európai víziutakon a zsilipek főméretei hatnak determinisztikusan a rajtuk átbocsátható hajók, vagy hajóösszeállítások főméreteire. A víziutak egyre növekvő forgalma arra késztet, hogy az átbocsátóképességet minél jobban kihasználjuk. Példaként említhető, hogy a tolóhajózásnak ebben a vonatkozásban is jelentkeznek az előnyei, mert az adott tolt összeállítás rövidebb folyamatszakszt vesz igénybe az áru továbbítására, mint az azonos szállítókapaacitást biztosító vontatmány.

Akár gépes, akár gép nélküli hajóról van szó, minden esetben a hajók fő méreteinek a megállapításával kezdődik a hajó tervezése. Nemzetközi síkon erőteljesen jelentkez az együttműködés igénye, a különböző úszőegységek tipizálása terén. Különösen a KGST-keretében sikerült e téren — főleg tengeri hajók vonatkozásában — jelentőset előrelépni, s a korábban gyártott, százat is meghaladó hajótípus helyett az összes KGST országokban a tengeri hajók típuszámát immár mintegy 30-ra sikerült redukálni.

A kialakításra kerülő egységes európai víziúthálózat szempontjából döntő jelentőségű a hidak alsó szerkezeti élének a magassága, az ún. magas hajózási vízszint fölött, mert ez a magasság determinálja a hajók megengedhető maximális fixpontmagasságát. A Dunán a korábbi építésű hajóknál általában igen magas értékek adódtak erre a fixpontmagasságra. Különös nyomatékkal kell az illetékesek figyelmét felhívni arra, hogy a most gyártott hajóknál legyenek már figyelemmel a Duna—Majna—Rajna víziút hidnyílások okozta korlátozó hatásaira is.

A főgép-teljesítmények természetesen a víziút hossz-szelvény csésének és a víz áramlási sebességének a függvényei; e tényezők nem kevésbé meghatározó jellegűek azonban a hajó kormányképességére is. Az egyre jobban előtérbe kerülő konténeres szállítás, rakodólapos, ún. palettásszállítás, továbbá a könnyű rakodógépeknek magában a hajótérben történő alkalmazása, indokolja a minél nagyobb raktárméreték kialakítását.

A gépnélküli hajóknál két fő típust különböztetünk meg, a hagyományos uszályhajót, amelyet vontatással továbbított a géphajó és az újabban egyre jobban tért hódító tolt bárka, amelyet a mögé csatolt gépes hajó egy egységként tol maga előtt. Ez az utóbbi eljárás fokozottan ráirányítja a figyelmet a távvezérlés, az automatizálás, az üzemi adatok távolsági úton történő regisztrálásának fontosságára. A távvezérlés módot nyújt arra, hogy létszámcsökkentést érjünk el, mivel a gépek állandó ellenőrzése magából a kormányállásból valósítható meg, ami a hajón szolgálatot teljesítő személyek egészségártalmának kiküszöbölése szempontjából is igen komoly jelentőségű haladást jelent. A gépterekben általában igen magas a zajszint, ami a tartósan szolgálatot teljesítő személyzet idegzetét és hallását idővel igénybe veszi, megromlítja. Már csak azért is fontos, hogy a hajón az ún. *fiziológiai ernyőt* minél kedvezőbben alakítsuk ki, ezáltal is tanújelét adva annak, hogy *a legfőbb érték maga, a minden ténykedés mögött álló, közvetlenül, vagy közvetve irányító ember.*

Az automatizálás végső fokon kedvezően hat az önköltségre is, mivel az állandó költségtényezők közül a bérköltségek számottevő mértékben redukálhatók. A gazdasági hatás pozitív irányban jelentkezik a hajók építésénél is, a kisebb személyzeti létszám ugyanis kevesebb személyzeti lakóteret igényel, ami olcsóbb hajót eredményez, illetőleg az azonos főméretekkel rendelkező hajón több hasznos tér kialakításához vezet. Belvízi hajóknál egy utazó főre, tehát a személyzet egy tagjára mintegy 4 tonna súlyú lakótér és egyéb járulékos tér beépítése szükséges, ebből következtethetünk arra, hogy milyen komplex vizsgálatokat igényel, ugyanakkor azonban milyen komplex módon hat a hajózás egész tevékenységére a *létszámcsökkentés*, amelyet az automatizálás tesz lehetővé.

A gazdaságos utazósebesség tudományos módszerességgel történő meghatározása döntő mértékben kihat a hajók folyamatos üzemeltetésére, különösen vonatkozik ez az értékesebb árakra, amelyeknél a szállítás időtartamára eső kamatveszteség már számottevő lehet. Itt jelentkezik azonban ismét a visszacsatolás egyik nagyon egzakt példája. Meddő lenne ugyanis a hajó utazási sebességének az egyoldalú fokozása anélkül, hogy a megelőző pontban tárgyalt kikötőknél nem történnének meg a szükséges intézkedések a rakodási idő csökkentésére. A hasznos, úton töltött idő és a kikötői várakozási idő aránya ma még mind a tengeri hajózásunknál, még inkább azonban a folyami hajózásunknál igen kedvezőtlen, ez természetesen nemcsak a hazai kikötők fejlesztése elmaradottságának a következménye, hanem szinte valamennyi

dunai kikötő. Kivételek az aldunai szovjet kikötők, azok között is elsősorban Reni, ahol az elmúlt 10 év alatt a rakodókapacitást a korábbinak többszörösére növelték. (

A hajók tervezése, miként ismeretes, rendkívül munkaigényes és sok számítást követő tevékenység. A legújabban alkalmazásra kerülő elektronikus számítógépek a számítási műveletek gyorsaságát hihetetlen mértékben megnövelték, ami által lehetővé válik aránylag igen rövid idő alatt több variáció több változat kiszámítása és ezek közül a célfeladatnak megfelelő optimális variáns kiválasztása. Természetesen a hajók tervezésénél nagy súllyal esik latba a világ színvonal állandó, tehát folyamatos figyelemmel kísérése és a jelentkező *újdonosságok mielőbbi alkalmazása*. Csakis így lehet biztosítani a hajóépítés területén a világpiaci versenyképességet, ami — tekintetbe véve hajógyártásunk immár hagyományossá vált devizaszerző szerepét — egyike a kohó- és gépipar fontos feladatainak.

A hajó tervezése és építése a legszorosabb együttműködést igényli hajóépítő mérnök, nautikus, közgazda, kereskedelmi és forgalmi szakember között, csakis a kérdések együttes megvilágítása, a komplex szemlélet kialakítása kecsegtethet az optimális hajótípus, *az optimális hajótípust legjobban megközelítő egység* kialakításával.

A továbbiakban a 8-as decimális számmal jelölt, *mi módon történő* hajózás kérdésének megválaszolásával foglalkozunk. Itt nautikai-üzemi feladatok jelentkeznek és el kell határolni azokat a területeket, víziút szakaszokat, ahol a honnan-hová, mennyit, mit, hogyan, mennyiért és mennyi idő alatt kérdésekre összesítő optimális választ lehet adni. Erre a kérdésre helyes választ adni talán az egyik legösszetettebb feladat, mert ugyanarra a viszonylatra, árura és árumennyiségre egészen más hatékonysági számok lesznek jellemzők önjáró áruszállítóhajó, hagyományos vontatóhajózás, vagy tolóhajózás igénybevétele esetén. Megemlítenődök a szárnyashajók, a légpárnás hajók és még más különleges hajók is, amelyek nemcsak a személyek szállításánál, hanem áruk, főleg nagymértékű áruk gyors célbajuttatásánál is alkalmazhatók. Ugyancsak itt kell ismételtlen megemlékezni a rakodólapos, konténeres göngyöleges és még más szállítási módozatokról.

A tengeri hajózásnál a tolóhajózás legritkábban, a vontatás is csak kivételes körülmények között alkalmazható a vízfelület erős hullámozása miatt. Ennek tulajdonítható, hogy a tengeri szállításnál az önjáró hajózás uralkodik. A világ tengerhajózásánál megfigyelhetünk olyan átalakulási folyamatot, amely a korábbi *tramp hajózásból* fokozatosan egyre nagyobb százalékarányban átmegey a *vonat hajózásba*, de már jelentkeznek az ún. *speciális hajózás* elterjedésének rohamos jelei. Hazai vonatkozásban a speciális hajózás témakörénél a Duna-tengeri hajóinkról lehet megemlékezni.

A belvízi hajózásnál a tolóhajózás egyes országokban már több évtizede, a Dunán is már 10-nél több esztendeje bevezetésre került. Igen érdekes elem-

zéseket lehet elvégezni a fő hajózási módszerek egybevetésével, ha szembe-állítjuk az önjáró áruszállítóhajózás, a vontatóhajózás és a tolóhajózás — két, nevezetesen a klasszikus tolóhajózás és a legújabb, ún. párhuzamosan csatolt, két szinkron meghajtású tolóhajóval való hajózás — adatait. Főleg a munka termelékenységének növelése terén lehet figyelemre méltó megállapításokra jutni. Ezzel kapcsolatban kell utalni a 3. ábrára, amelyen az említett, lényegében négyféle hajózási módszert egy *triaxiális rendszerben* kísérlete meg ábrázolni, hogy jobban lehessen érzékelni a különböző mutatók közötti összefüggéseket. E triaxiális modell egyik képsíkján a tonnahordképesség és a lóerő közötti viszonyt jellemző görbe, a másik képsíkon a lóerő teljesítmény és a személyzet létszáma közötti viszonyt jellemző görbe, míg a harmadik képsíkon a személyzeti létszám és a tonnahordképesség viszonyát ábrázoló görbe látható. *Ha a három görbét a térbe kiemeljük, világosan érzékelhető, hogy a tudomány jelen állása mellett az ún. tiszta tolóhajó tolt egységekkel* szállítástechnológia képviseli az optimális megoldást — meghatározott és hosszú időn át állandó rendszeres szállítási feladat, különösen nagy távolság és nagy tömegű áru esetén. Mint teljesen különálló, szingulárisan elhelyezkedő pont áll előttünk a térben a vontató hajózás hármas összefüggését képviselő pont. Ugyancsak triaxiális modellen lehet bemutatni a négy hajózási módszer *fajlagos* mutatói közötti összefüggéseket is. Mi sem természetesebb, hogy a térben a vontató hajózás fajlagos összefüggéseinek pontja ugyancsak szingulárisan, a másik három módszer térbeli görbétől *teljesen elkülönülten jelentkezik.*

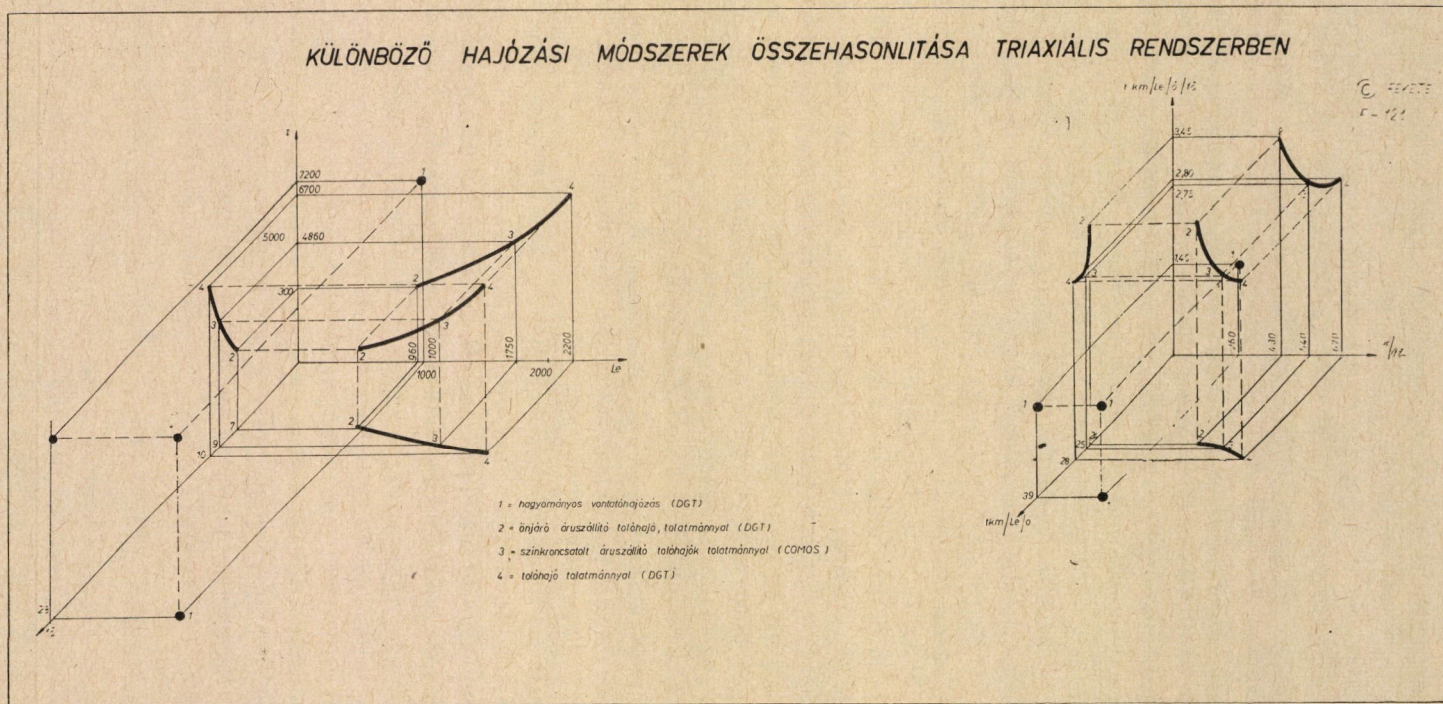
Ezek a térbeli modellek lehetőséget nyújtanak az egyes összefüggések további részletes tanulmányozására, elemzésére, mindenesetre igen szemléltetően mutatják be, hogy a különböző hajózási módszerek a három tengelyen melyik irányba „húznak”.

A hajózási módszerek viszonylag gyors változását nem könnyű állandóan nyomon követni, mégis a magyar hajózás egyik alapvető feladata kell hogy legyen mindig és a lehető *legkisebb időbeli fáziseltolódással* követni a technika legújabb vívmányainak alkalmazását és élni azokkal a lehetőségekkel, amelyek éppen a korszerű technika révén a hajózás hatékonyságának fokozásához vezetnek. *A hajózás fejlesztésének tudományos megalapozása kell, hogy alapját képezze a versenyképesség megteremtésének mind a belvízi, mind a tengeri vonatkozásban.* Ez természetesen egész sor nautikai, üzemi közgazdasági, jogi, forgalomszervezési, oktatási stb. kérdéshez kapcsolódik. Olyan kérdésekről van szó, amelyeknek a tudományos vizsgálata nemcsak hazai vonatkozásban, hanem nemzetközi síkon is a jövő hajózásának a bázisát kell hogy képezze.

A 9-es decimális számmal jelölt témákat speciális kérdéseknek is mondhatnánk, amelyek további bontásban az alábbiak.

*A közgazdasági kérdések* témakörében makroökonómiai vizsgálatokat kell végezni annak megállapítására, hogy az egységes európai víziúthálózat

### KÜLÖNBÖZŐ HAJÓZÁSI MÓDSZEREK ÖSSZEHOSONLÍTÁSA TRIAXIÁLIS RENDSZERBEN



3. ábra

létrejöttével milyen kölcsönös áruáramlásokra lehet számítani az egyes, ez ideig egymástól elkülönülten jelentkező gazdasági régiók között.

Mikroökonómiai vizsgálatok elvégzése is szükséges, ez azonban első-sorban a közlekedési vállalatokra tartozó feladat. A regionális telepítés kérdéseivel országos szinten, míg az egységes európai víziúthálózat vonatkozásában nemzetközi szinten kell foglalkozni. Célszerű lenne olyan országos és nemzetközi áruáramlási helyzetképek elkészítése és folyamatos „naprakészen tartása” is, melyek segítségével a közlekedési munkamegosztás tekintetében könnyebbé válnék az egyes közlekedési ágak feladatainak lehatárolása. A világszínvonal vizsgálata alapja lehetne egy paritásvizsgálatnak is, ami alatt a külkereskedelmi kötéseknel szokásos paritások felülvizsgálata értendő, első-sorban figyelembe véve a szállítási összköltségek minimalizálásának lehetőségét a hazai szállítóeszközök igénybevétele révén. A már korábban említett önköltségelemzés egységes metodikája az üzemi eredményelemzés egyik sarkalatos kérdése s a kettő együtt tenné lehetővé a már ugyancsak említett viszonylati, árunemenkénti reálönköltségek egzakt kvantifikálását.

A következő kérdéscsoport a víziközlekedés folyamatábráján a *hajózási jogszabály* alkotással kapcsolatos. Főleg ezen a területen van nagy szükség nemzetközi együttműködésre, hiszen az egységes hajózási rendszabályok, egységes hajókítűzési rendszer létrehozása, a jelzőállomások által adott jelzések egységesítése, továbbá egységes folyamrendészeti szabályok, egészségügyi előírások, állategészségügyi (veterinárius), növényegészségügyi (fitosztárius) és vámjogi szabályok alkalmazása jelentősen megkönnyíti a hajózást a nemzetközi víziút hálózaton. Nem kevésbé fontos mind a fuvarozó, mind a fuvaroztató szempontjából az egységes hajóokmányok és fuvarokmányok kibocsátása, lehetőleg decimálrendszerű rovatokkal, hogy a többnyelvűség hátrányai azáltal kiküszöbölhetők legyenek. A hajózási jogszabályalkotás kérdései között említendő a különböző víziutakon, illetőleg speciális szakaszokon, vagy helyeken napjainkban szedett különféle hajózási illetékek. Ezeknek az egységesítése, méginkább azonban a *teljes megszüntetése kívánatos*, nemcsak azért, mert a szedett illetékek minden esetben hátrányosan befolyásolják a hajózás önköltségét, hanem elsősorban azért, mert egy nemzetközi víziút fenntartása a víziközlekedéstől független vízgazdálkodási okokon túl, minden ország társadalmi-nemzetközi kötelessége is.

A következő kérdéscsoport a *hajópark* kérdéseit tartalmazza. Itt ismételtén szólni kell az osztálybasorolás egységesítésével kapcsolatos, gondos tudományos elemző munka fontosságáról, a regiszteri, hajóépítési előírások azonosításáról, egységesítéséről, a tipizálásról. A különböző intézetekben végzett modellkísérletek koordinálása ugyancsak jelentős nemzetközi feladat lehet, nem kevésbé fontos azonban a méretek növelésének hatékonyságvizsgálata alapján a hajók optimális típusainak a kiválasztása. A meghibásodások javítási időszükségletének lerövidítése, főgépek, segédgépek és a navigációs

berendezések tipizálása útján érhető el; motorcsaládok kialakítása, megfelelő főgépcserre és segédgépcserre lehetősége, valamint berendezések és alkatrészek szisztematikus biztosítása a hajózás üzemvitelét lényegesen megjavíthatja.

Ezen a téren, nevezetesen a hajópark minél folyamatosabb üzemben tartási feltételeinek megteremtésénél ugyancsak bekapcsolhatók az elektronikus számítógépek, ezek szolgálhatnak segítségül a különböző típusok kiválasztásánál a szabványosítás előbbrevitelénél, nem utolsósorban pedig javítóbázisok regionális telepítésénél, valamint a szükséges cseredarabok és alkatrészek programszerű biztosításánál.

*Az információ szolgálat* kérdései szinte kimeríthetetlenek. Csak néhányat felsorolva a fontosabbak közül, mindenekelőtt a vízállásjelzés és vízálláselőrejelzés információrendszere, az időjárás és időjárás előrejelzés, a jégjárás előrejelzés információrendszere igen nagy fontosságú a hajózás üzeme szempontjából. Az információcserék rádióhálózat, távgépíróhálózat, ipari televízió-lánc, telepített radarlánc létrehozásával oldhatók meg. Az információcserék közös használatú kódok kidolgozását igénylik. A gyakran és rendszeresen ismétlődő fogalmak kódolása révén a legrövidebb időn belül lehetséges az információk széleskörű közzététele, illetőleg cseréje. Az egyre jobban tért hódító fónikus rádió-hálózat szükségessé fogja tenni az előbb-utóbb nemzetközi, egységes nyelv bevezetését. Erről korábban már szintén tettem említést, ehelyütt szabadjon ismétlen rámutatni azokra az előnyökre, amelyek elsősorban az eszperantó nyelvnek a hajózási szakkifejezésekre történő kiterjesztéséből származnának. Elegendő lenne egyébként a mindennapi életben leggyakrabban használatos néhány ezer szónak rendszeres és kötelező oktatását bevezetni a hajózó személyzet számára, ami által bármely ország, bármely kikötőjében, vagy bármely szakmai információ-továbbító rendszerben közvetlenül és félreértések kiküszöbölésével tudnának kapcsolatot teremteni, a zavartalan üzemelés és biztonságos hajózás érdekében.

Közvetlenül az információszolgálathoz kapcsolódik a *forgalomszervezési* kérdések csoportja. Itt a piackutatási és akvizíciós tevékenységet a diszpécser-szolgálat nemzetközi kiterjesztését, a hajózási üzemi együttműködést, a hajózási térképek és hajóút kitűzések egységesítését, a rádiólokációs hajózás alkalmazását, a személyzetnélküli tolt bárkák kikötői kiszolgálását, a közös összevont határkezelőállomások létrehozását, vámzár alatt közlekedő hajók formalitásainak egységesítését, hajóbalesetek kivizsgálásának egységes metodikáját, gazdaságos utazósebességek meghatározását és ennek alapján az optimális gazdasági eredménnyel kecsegtető hajóösszeállítások és hajózási módszerek megválasztását stb. kell említenünk.

A víziközlekedés folyamatábrája nem nélkülözheti a *statisztikai* kérdéseket sem, hiszen a statisztika a módszeres adatgyűjtéssel a múlt eredményeinek a kiértékelése révén alapot nyújt a jövő fejlesztési irányainak a meghatá-

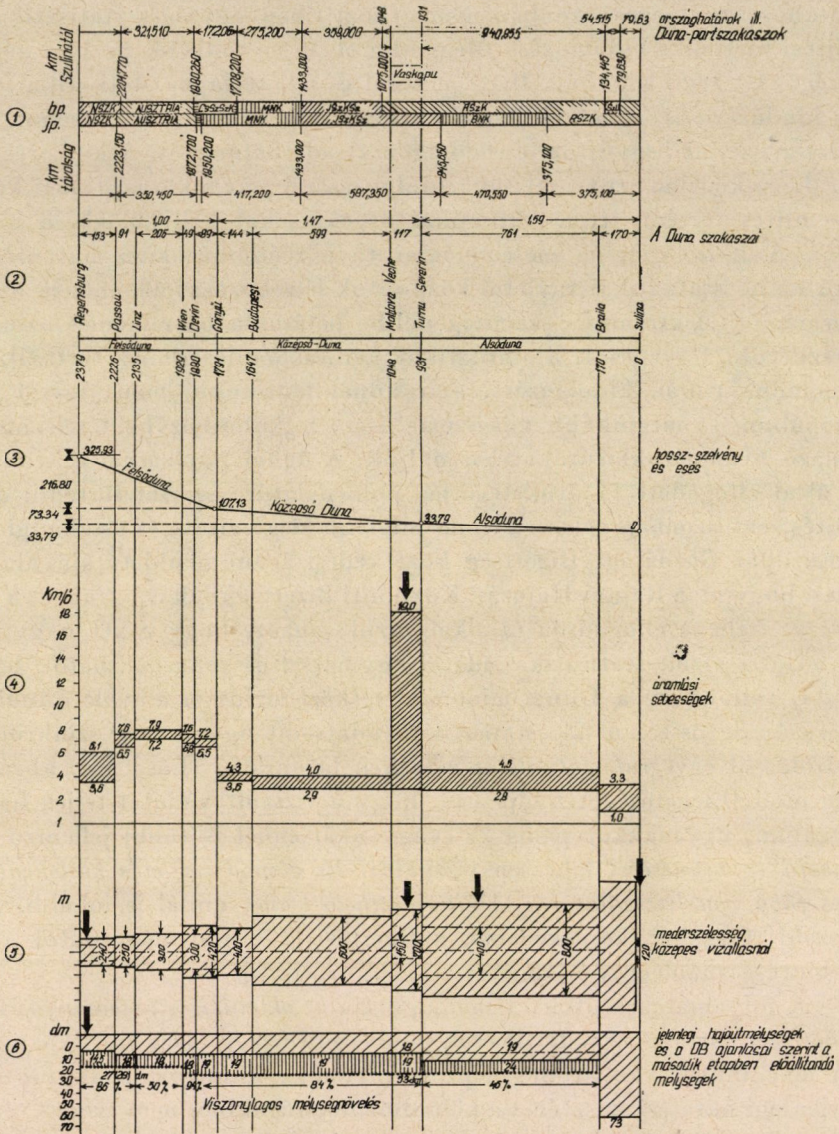


rozásához. Szükséges azonban nemzetközi síkon egységes statisztikai adagyűjtési metodika kidolgozása. Mégpedig olyan metodikáé, amely a gépi adatfeldolgozást teszi lehetővé. Ilyen például cserebetétlapos statisztikai évkönyvek kiadására is, amelyek tartalmazhatnák a különböző országok azonos módszer szerint begyűjtött és feldolgozott adathalmazait. A külkereskedelmi és belkereskedelmi áruáramlások feldolgozásáról már a közgazdasági kérdéseknél említés történt, itt a statisztikai aspektusokat kell különösen kidomborítani. A hidrológiai és meteorológiai távjelzőállomásokhoz hasonlóan, célszerű lenne statisztikai távjelző központok létrehozása, ahonnan a szükséges információk elektronikus számítógépekbe betárolva bármikor és azonnal beszerezhetők. Ugyancsak a statisztikai kérdéskomplexumhoz tartozik azonos árunomenklatúrák kidolgozása, ami annál fontosabb lenne, mivel jelenleg Európában — méginkább világszerte — a legkülönbözőbb tételszámot tartalmazó árunomenklatúrákat használják. A dunai hajózásnál a Dunabizottság által elfogadott 11 árukategóriás nomenklatúra szerint történik az adagyűjtés, ezt azonban célszerű lenne mielőbb kiegészíteni és összhangba hozni az Európai Gazdasági Bizottság közlekedési árunomenklatúrájával. Természetes, hogy pl. a Rajnai Hajózási Központi Bizottságnak is ugyanezt a nomenklatúrát kellene elfogadnia és alkalmaznia ahhoz, hogy a két nagy európai nemzetközi víziút statisztikai adatai egymással összehasonlíthatók legyenek.

E tanulmány a Duna, mint nemzetközi víziút és a nyolc dunai ország hajózásának összesen 29 statisztikai adatsorát igyekezett szinkronoptikai ábrázolással egy *grafostatisztikai modellen* bemutatni (Lásd a 4. ábrát). Egy ilyen modell lehetőséget nyújt arra, hogy a vizsgált víziutat teljes hajózható hosszában, ugyanakkor pedig 29 (vagy akár ennél is több) jellemző mutató *egyidejű egybevetésével* lehessen vizsgálni. *Ez a módszer más közlekedési ágak egyes főbb vonalvizsgálataira is kiterjeszhető lenne*, annál is inkább, mivel a műszaki, forgalmi, kereskedelmi, kapacitás- és teljesítményadatok egyidejű áttekintése mindenütt kívánatos.

A folyamatára utolsó témacsoportja az *oktatási és tudományos* kutatási kérdéseket tartalmazza. Itt is csak példászerű felsorolásra szorítkozunk, amidőn megemlítjük az azonos képzési metodika kidolgozásának fontosságát. A jelenlegi oktatási szisztéma a különböző országokban nem azonos, még csak nem is hasonló, ennek természetes következménye tehát, hogy a képesítő okmányok sem azonos tartalmúak és értékűek. Nagy lépést jelentene előre — és ezt a lépést valamennyi hajózásnak meg kell tennie — ha létrehoznánk az azonos képzésen alapuló, azonos értelmű és értékű képesítő okmányok kibocsátását, amelyeket tehát a világ bármely hajózásánál elfogadnának a megfelelő beosztásokban.

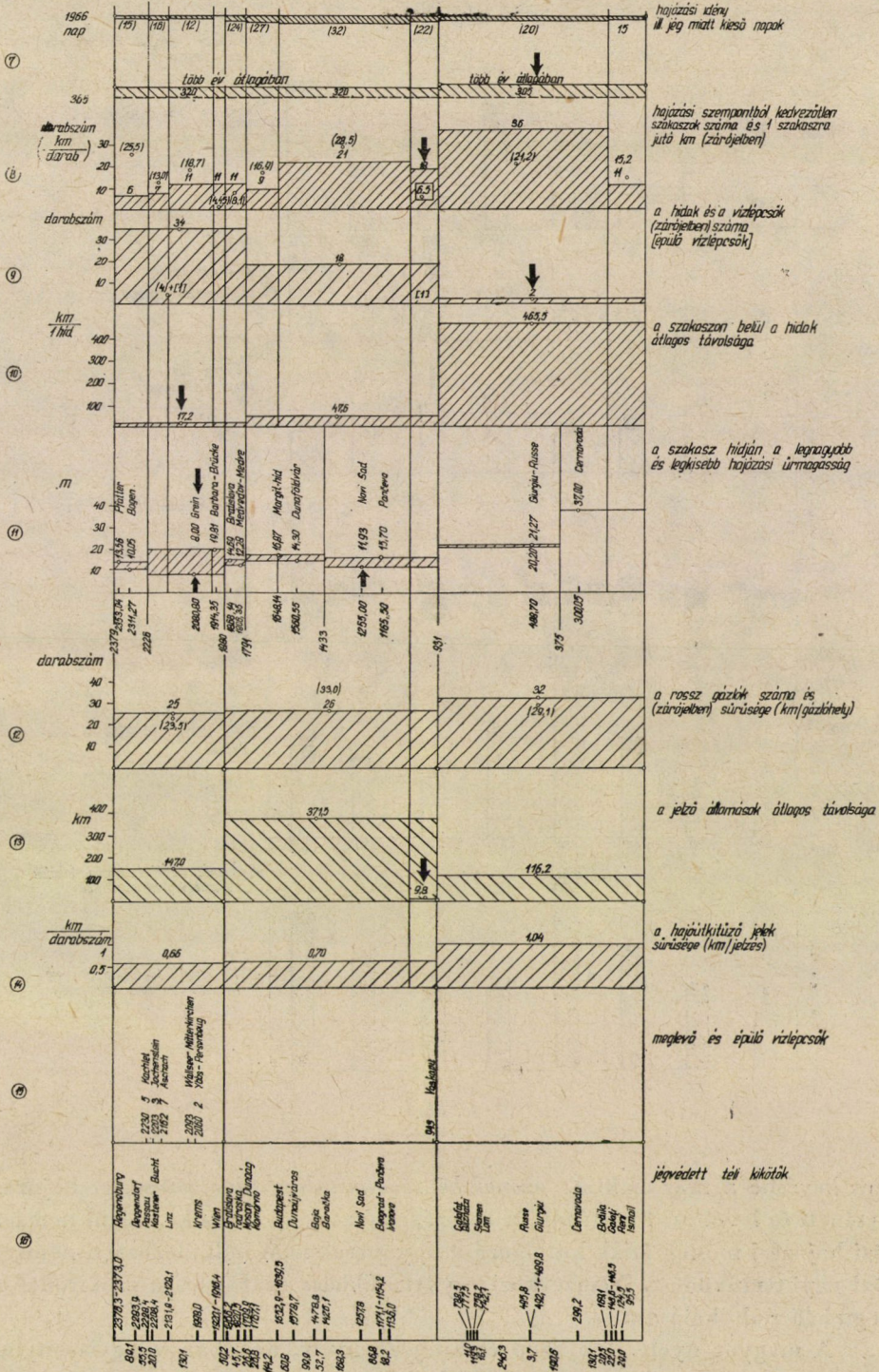
Nem lehet eléggé hangsúlyozni a nyelvoktatás, elsősorban saját édes anyanyelvünk, nem kevésbé azonban egy vagy több idegen nyelv oktatásának fontosságát. A „viselkedéstan”-t csupán azért emlitem, mert egy szólás-



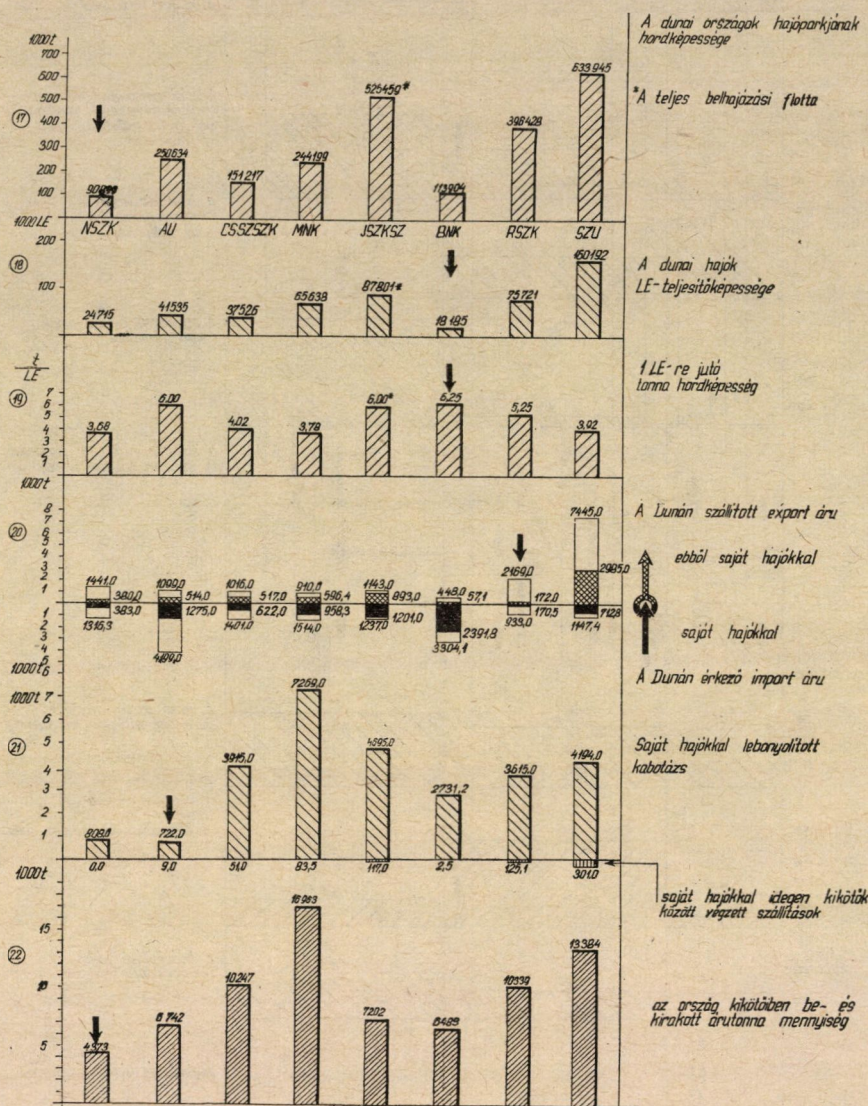
4a. ábra

mondás szerint minden külföldre utazó egy kissé a hazája képviselője, s az ő magatartásán, felkészültségén, emberi kvalitásain és szakmai tudásán keresztül gyakran általánosítanak és vonnak le következtetéseket az egész országot illetően.

Nemzetközi szintű együttműködést igényel a tudományos társadalmi munka koordinálása is, tudományos szakmai tapasztalatcserék létrehozása,



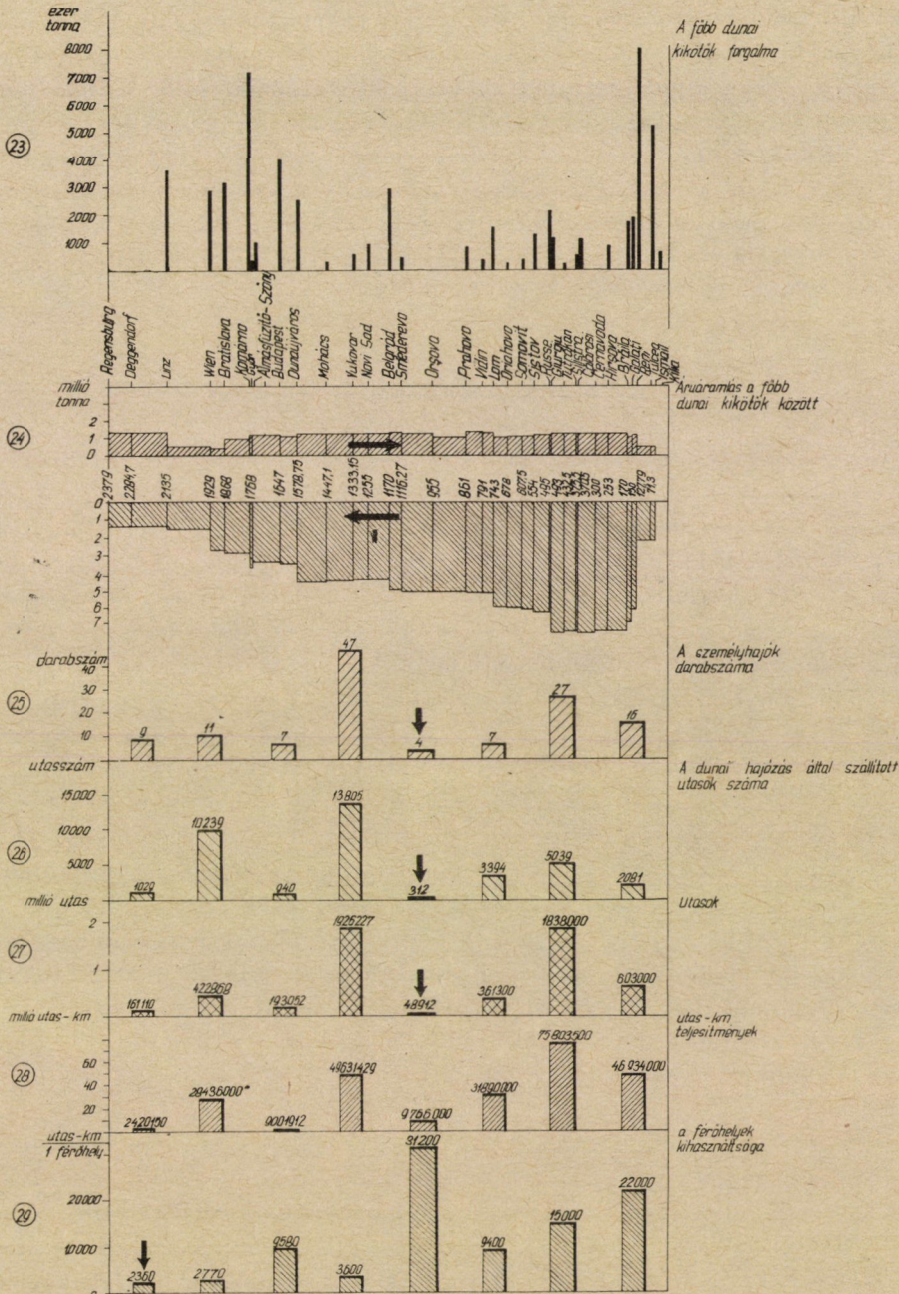
4b. ábra



4c. ábra

nem kevésbé a már említett *azonos képzési metodika kidolgozása*. A hajózástörténeti és levéltári kutatások, a hajózási muzeológiai munka, végül nemzetközi hajózási monográfiák kidolgozása ugyancsak nem nélkülözheti a nemzetközi együttműködést. Nemzetközi együttműködés szükséges a szakirodalom megfelelő publikálására is.

A magyar nyelv igen szép és kifejező nyelv, azonban világviszonylatban sajnos csak igen kevesen vallhatjuk anyanyelvünknek. A magyar nyelven



4d. ábra

közzétett tudományos eredmények aránylag kis mértékben jutnak el a nagyvilág szakfórumai elé. Magyarról bármely idegen nyelvre lefordíttatni egy művet — szinte áthidalhatatlan nehézségekbe ütközik, pedig lenne számos olyan könyv, tanulmány, értekezés, amely kiérdemelné a külföld érdeklődését is. Példaként említhetem a magyar közlekedéstudomány művelőinek munkáit; ezek közül csak nagyritkán sikerül néha egyet-egyét az Akadémiai Kiadó gondozásában *idegen nyelven is* megjelentetni és ezáltal a külföld felé is számot adni a magyar közlekedéstudomány helyzetéről, színvonaláról.

### 3. A hazai hajózástudomány feladatai

E tanulmány a víziközlekedés fejlesztésével összefüggő tudományos kérdéseket csak nagy vonalakban tudta felvázolni. A szerző maga is érzi, hogy a kidolgozott logikai folyamatára még tökéletesítésre szorul, úgy gondolja azonban, hogy már a jelenlegi formájában is *kiindulási alapot szolgáltat a hajózás területén a tudományos kérdések rendszerezésére, mindenekelőtt pedig a hazai hajózástudományi tevékenység módszeres kialakítására.*

A közlekedés térben és időben játszódik le, éppen ezért az összefüggések rendkívül bonyolultak. Igen hasznos volna, ha a Magyar Tudományos Akadémia módot találna és nyújtana arra, hogy a hajózástudomány szerteágazó komplex rendszertana a jelenleginél sokkal nagyobb mélységig kidolgozható legyen.

A kidolgozás során törekedni kell arra is, hogy az egyes tényezők és következményeik között fennálló sokágú kapcsolatok a *jellegük, formájuk és szorosságuk* szerint *kvantitatíve is jellemezhetőek legyenek.*

Bízunk abban, hogy a hajózás területére kerülő fiatal szakemberek kellő szakmai felkészültségüket az élet gyakorlati tapasztalataival kiegészítve, a hajózástudomány fejlesztése érdekében fogják sorompóba állítani.

A folyamatára, úgy véljük igen sok gondolatot ébreszthet, hiszen elvezet bennünket a népgazdasági feladattól: az áru célbajuttatási feladatától a közlekedési, tehát szállítási szolgáltatás realizálódásáig, mint a feladat megoldásáig. Ha még egy pillantást vetünk erre a logikai ábrára, úgy felvetődik bennünk a hasonlat egy egyre szélesebbé váló, erősödő, de egyre nagyobb hullámokat verő folyammal. És ha már a folyam hasonlatánál tartunk, legyen szabad idézni azt a régi mondást, miszerint „a föld szétválasztja, a víz összeköti a népeket.” Kívánjuk, hogy ez a népeket összekötő víz — a víziközlekedés területén megnyilvánuló tudományos tevékenység, az erre alapozandó fejlesztés és a nemzetközi együttműködés révén is — egyre hatékonyabban hozzájáruljon a népek egymásközi megértéséhez, a Duna menti és valamennyi víziút menti nép boldog jövőjének a kialakításához.

## IRODALOM

- CSANÁDI Gy.: A magyar közlekedéstudományok fejlődése, *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 10 (1966).
- CZÉRE B.: A közlekedéstudományok alapvető rendszertani kérdései, *Közlekedéstudományi Szemle* (1958).
- FEKETE Gy.: A magyar hajózás fejlesztésének tudományos kérdései, MTA tanulmány (1957).
- FEKETE Gy.: A víziútfejlesztési ráfordítások hatékonysága, *Vízügyi Közlemények* (1963).
- FEKETE Gy.: Vergleich verschiedener Binnenwasserstrassen auf Grund der möglichen Tragfähigkeitsausnutzung (TN-Faktor, TK-Faktor), *Mitteilungen des Franzius Instituts*, Hannover (1964), Heft 24.
- FEKETE Gy.: Die Wechselwirkungen zwischen Schiff und Wasserstrasse, *Strom und See*, Basel (1965).
- FEKETE Gy.: A dunai nemzetközi víziút jelentősége a regionális fejlesztés szempontjából a Dunabizottság tevékenysége tükrében, *Városépítés* (1965).
- FEKETE Gy.: Néhány műszaki-gazdasági elemzési módszer a Duna-tengerhajózás önköltség és rentabilitás-számításához, *MTA Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények*, 10 (1966).
- FEKETE Gy.: Methodik des Variantenvergleiches zur Bestimmung der Effektivität von Fluss-See Transporten, *Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Verkehrswesen*, Dresden (1967).
- FEKETE Gy.: Entwicklungstendenz der Donauschiffahrt, Donau — Symposium — 1968, Österreichische Donaukraftwerke AG., Wien 1968.
- KÁDAS K.: Közlekedésgazdaságtan, I. Tankönyvkiadó, Budapest 1967.
- KÁNYA E.: A közlekedés önköltsége, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1967.

**Scientific Bases of Transport Development on Waterways.** The principal fundamental and applied branches of science are treated which help the development of water transport, waterways building, ship building, navigation, to be laid on scientific bases. In the logical flow diagram as a model of the water transport, the processes beginning at the appearance of the task of transportation and ending by its realization, requiring a scientific analysis and multifold interrelations between each factor are presented. Characteristics of the different navigation methods are compared in triaxial systems. The statistical series of informations relating to the Danube, as an international waterway, as well as those of the eight countries on the Danube are worked out on a synchronoptical model. This model is suitable for the simultaneous comparison of the characteristics along the whole length of the waterway and, on the basis of their analysis, for defining the necessary development measures.

**Wissenschaftliche Grundlagen der Entwicklung des Wasserverkehrs.** Es werden die grundlegenden und angewandten Wissenszweige angeführt, die bei der wissenschaftlichen Begründung der Entwicklung des Wasserverkehrs, des Wasserstraßenbaues, Schiffbaues, der Schifffahrt in Anspruch genommen werden müssen. Auf dem als Modell gebrauchten logischen Arbeitsschema des Wasserverkehrs werden alle Vorgänge die von dem Auftritt der Beförderungsaufgabe bis zur Realisierung auftauchen und wissenschaftliche Untersuchung benötigen, dargestellt. Charakteristiken der verschiedenen Navigationssysteme werden auf einem Raummodell gegenübergestellt. Die statistische Zahlenreihe der Donau als internationale Wasserstraße und der Schifffahrt von acht Donauländern wird auf einem synchronoptischen Modell bearbeitet. Dieses Modell eignet sich zur simultanen Vergleichung der Kennwerte längs der ganzen Wasserstraße, und aufgrund deren wissenschaftlicher Untersuchung, zur Ermittlung der erforderlichen Entwicklungsmaßnahmen.

BÁRD ISTVÁN:

FEKETE Gy. tanulmányának a hatékonysággal foglalkozó részét az *üzemeltető szemszögéből nézve* azokra a tudományos-műszaki-gazdasági vizsgálatokra és eredményekre kell utalni, amelyek gyakorlati adaptálásával a hajózás eszközei és módszerei továbbfejleszthetők és amelyek révén végül is lehetségessé válik, hogy a hajózás eleven és holt munkája a célszerű funkció végzése során egyre magasabb szinten értékesüljön.

A hajózást, mint a közlekedés egy részének hatékony végrehajtásáért felelős üzemeltetőt természetesen mélyrehatóan érintik és érdeklik a tudomány legújabb alkalmazható eredményei, hiszen feladata elvégzésének hatékonyságától függ, az, hogy milyen minőségi mutatókkal indokolhatja a hazai és a külföldi közlekedésen belüli szerepének gazdasági megalapozottságát, megfelelő versenyképességét, fejlesztését, továbbá azt, hogy nem csak a

gazdasági, de a társadalmi szükségszerűségeken alapuló feladatait is az adott társadalmi-gazdasági helyzetnek megfelelő színvonalon tudja ellátni.

A hajózás módszereiben, a szállítás technológiájában és szervezésében végbemenő ugrásszerű minőségi változások kedvező hatását az üzemeltető éppen a műszaki-közgazdasági kérdések tudományos vizsgálata és gyakorlati alkalmazhatósága révén élvezheti. E témakörrel kapcsolatban a figyelmet csak a konklúzióra kívánjuk irányítani.

A belvízi áruszállítás vonatkozásában az új hajózási módszerek két alapvető formájá a *tolóhajózás és az önjáró hajózás*.

A tolóhajózás a nagy tömegű áruk rendszeres és állandó jellegű szállításának a specializáltság révén leghatékonyabb módszere, mely magas fokon szervezett forgalmat igényel. Hatékonyságát döntően a személyzetszám és az azzal kapcsolatos accomodációs igények igen nagymértékű csökkentetősége révén éri el.

Az önjáró hajózás különböző formái (önjáró, önjárótolóhajózás, önjáró uszályhajózás stb.) a legváltozékonyabb forgalmi adottságok mellett maximális forgalmi rugalmasságukkal még viszonylag alacsony szervezethez mellett is a legjobb átlagos eszközkiszáradást biztosítják. Mivel az önjáró hajózásnál az árubefogadó kapacitás a hajtó berendezéssel egy egységet képez, és így az árubefogadó kapacitás egységértéke viszonylag magasabb, alkalmazása helyes irányba, az intenzív kihasználási fok javítása felé ösztönöz, amely a szállító — a rakodó — a karbantartó és egyéb, a szállítás egészébe tartozó kapacitások azonos színvonalú és az összes lekötött értékek minimalizálására törekvő korszerű szervezésű üzemeltetést igényli. Az önjáró hajózással 30 ÷ 100%-kal növelhető az áruk eljutási sebessége és a gépesítés-automatizálás, ezen belül pl. a korszerű navigációs eszközök alkalmazása az önjáró hajózásnál a legnagyobb hatékonyságú.

Mértéktartó vizsgálatok bizonyossága szerint a toló és az önjáró hajózás a nálunk klasszikus vontatóhajózással szemben 50 ÷ 100%-os holtmunka, 80 ÷ 300%-os élőmunka termelékenység növekedést eredményez, és így mintegy 30 ÷ 40%-al csökkenti a szállítás egy-egy szeri és folyamatos ráfordításait.

A tengerhajózásnál az alapvető módszer változást a klasszikus szabad (tramp) és vonal (liner) hajózás előnyeinek egyesítésével megjelenő ún. *szerződéses szabadhajózás* (contractual tramping) jelenti. Bár ez a magyar közlekedés szempontjából nem közvetlen érdekeltégi terület, mégis megemlítendő, mivel kialakítása és üzemeltetése a korszerű közgazdasági-műszaki elemzés módszerein alapszik.

A belvízi, és a tengeri hajózás technológiáját és eszközfejlesztését átírták az alkalmazott tudományok eredményeivel; jól érzékelhető ez a fejlesztés alapvető irányjaiból is, melyek — a *specializálódás*, — a *méreték nagyságrendjének növelése*, az *integrált szállítási rendszerek* és ennek kapcsán az *egységakományok és rakodási rendszerek* kialakítása címszavakban foglalhatók össze és amelyek megvalósítása a legkülönbözőbb matematikai módszerek és a számítógépteknika gyakorlati alkalmazását igényli, nem csak a kutató és tervezőintézeteknél, de egyre inkább a hajóipar és a hajózás vállalatainál is.

Az érintett második téma körét az *optimális hajótervek gazdasági kritériuma meghatározással* lehet behatárolni. E témakör vizsgálata az üzemeltető hármaskérdésébe, a

„miért építetek hajót?”,

„miért ilyen hajót építetek?”, végül a

„miért most építetek?” kérdésekbe

sűrítendő azzal, hogy e kérdések ma a műszaki-közgazdasági konceptus alapján, matematikailag megfogalmazott formulában megjelenítve, a számítógépteknika alkalmazásával kerülnek megválaszolásra.

A meghatározott szállítási feladatra több eltérő hajótervezési módszer ismert, mindegyik biztonságos és technikailag megvalósítható, gazdaságilag azonban közülük nyilvánvalóan csak egy optimális. Szükséges tehát egy olyan átfogó kritérium, amely alapján a jövőző hajótulajdonos a hajó teljes használati idejére meglehetősen biztonságosan kiválaszthatja a leghatékonyabb, legkedvezőbb tervváltozatot, illetve amelynek összetevői már a tervfeladat meghatározásakor iránymutatók. A legegyszerűbb de szokásos jellemző adatok, a főméret, a sebesség, a hajóteljesítmény, a testforma, vagy a rajtuk alapuló mutatók a dwt/vízszorítás, a bála térfogat/dwt stb. mind közeli kapcsolatban állnak egymással, de a hajóterv egészére vonatkozó optimalizációs kritériumnak egyik sem tekinthető; különösen nem a kereskedelmi nyereségképességi érték meghatározása szempontjából. A kritérium kidolgozására vonatkozó, erőfeszítések során, amelyek az elmúlt félszázadban folytak, az immár klasszikusok közül jól ismert BAKER, KENT, TUTIN és többek neve. Módszereik egyáltalán nem kifogástalanok, pl. alapvető egyenleteik nevezőjeként a hajó önköltségét használták és ezt, valamint a bevételeket az időben állandó értéken tartották. De mert a hajó értéke az idő során, az értékcsökkenési leírással mint kölcsönvisszafizetéssel állandóan csökken, az átlagosan felhasznált hajóérték durván fele a beruházási költségnek. Ilyen és hasonló kérdések téves megfogása a megtérülések



számításánál komoly hibák forrása lehet. A formulák legtöbbször egyszerű viszonyszámok voltak, amelyek nem általános érvényűek és sok összefüggést elhanyagoltak, azonkívül a viszonyosságok folytonosságával számoltak, pedig szakadáros jellegük igen gyakori (pl. a sebesség/teljesítmény viszonynál a propeller szám változtatásánál).

A sok nagyszerű új munka között — melyek e kritérium korszerű meghatározásával foglalkoznak, — különös figyelmet érdemel az angol kereskedelmi minisztérium hajózási és hajóépítési tanácsadójának, R. O. Goss-nak a módszere.

Goss kritériuma, az optimális investícióra vonatkozó felvilágosítások helyes szám-szerűsítésében és az értékek valószínű időbeni változásában ad újat. Figyelembe veszi például a közgazdászok által „a jövő leszámítolása” néven ismert emberi magatartást is, vagyis azt, hogy egy jövőben kamatozó pénzüsszeg kevésbé értékes, mint a most kamatozó azonos mennyiségű pénzüsszeg. Ez alapján teremti meg a lehetőséget, hogy a különböző hajótervek pillanatnyi netto értékeit mint alapvető kritériumot meghatározza. A módszerben kidolgozott felvilágosítások kérdései a következők:

- mi lesz a hajó élete alatti teljes haszon,
- mi a hajó beszerzési költsége,
- mi a hajó élettartama a feldarabolásig vagy eladásig,
- mi a becsült jövedelem megoszlása a becsült élettartam alatt,
- mi a becsült üzemeltetési költség a becsült élettartam alatt, és végül
- mi a hajó eladási vagy ócskavas értéke?

Goss módszere — amely kézi és gépi megoldású egyaránt lehet — végül is a következő válaszokat adhatja:

- meg kell a hajót építenünk, mert van terv, melynek pillanatnyi netto értéke pozitív;
- azt a tervet kell kiviteleznünk, amelynek pillanatnyi netto értéke a többinél nagyobb, és végül
- most kell megépíteni, mert a jelenlegi pillanatnyi netto értéke nagyobb, mint bármely más időpontban.

BAŁOGH BÉLA:

*Az elmúlt évtizedekben a nagy tengeri hajók főméreteinek gyorsuló iramú növekedését figyeltük meg.* Egyre gyakrabban olvashatunk több százezer tonnás hordképességű hajók tervezéséről, építéséről, vízrebocsátásáról és üzembehelyezéséről. Néhány évtizeddel ezelőtt a  $20 \div 25$  ezer tonnás tankhajókat „szupertankerek”-nek nevezhettük, ma már ezek eltörpülnek a százezer tonnát is meghaladó rakományt szállító óriáshajók mellett. Érdemes egy kissé mélyre nézni, hogy milyen körülmények indokolják az egyre nagyobb hajók építését, és mennyiben befolyásolják ezek a körülmények a hajózás és ezzel az áruszállítás gazdaságosságát? Melyek azok az előnyök, amelyeket az óriáshajók nyújthatnak?

A hajóépítők és a hajósok előtt régóta ismeretes, hogy a főméretek növelésével a hordképesség hatványozottan növekszik, a hajók hajtásához szükséges gépteljesítmény növekedése azonban elmarad a hordképesség növelésének arányától. Más szóval a hordképesség egységére jutó gépteljesítmény a megnövekedett sebesség ellenére kisebb a nagyobb hajóknál, mint az egyébként hasonló formájú kisebbeknél. Még tíz évvel ezelőtt úgy vélték a szakemberek, hogy az optimális viszonyok ötvenezer tonna hordképesség körül találhatóak meg, ma már az optimumot több százezres érték körül keresik.

Mint ismeretes, a hajótestek mozgással szemben kifejtett ellenállása két lényeges összetevőre bontható: ezek a hullámképző ellenállás és a súrlódási ellenállás, melyek az összellenállás túlnyomó részét adják. Az előbbi a hajó felületére merőlegesen kifejtett erők erdejé-ként, az utóbbi pedig a felület síkjában kifejtett csúsztató erők eredőjeként jelentkeznek. A hullámképző ellenállásnál meghatározó tényező a Froude féle szám ( $F_r = V/\sqrt{gL}$ ), az utóbbira a Reynolds szám ( $R_e = VL/\nu$ ), ahol  $V$  a hajó sebessége,  $L$  a hossza,  $g$  (nehézségi gyorsulás),  $\nu$  (a víz kinetikai nyúlósága) fizikai állandók. A hullámképző ellenállásnál a hajótest vízkiszorítása és alakja a súrlódásnál a nedvesített felület nagysága játszik döntő szerepet.  $F_r$  növelésével a vízkiszorítás egységére eső hullámképző ellenállás megnövekszik, a hossz növelésével pedig csökken. Ezzel szemben a nagyobb Reynolds számok a felület egységére jutó ellenállás tényezőjének csökkenését okozzák. A méretek növelésével a *vízkiszorítás a növelés harmadik hatványával növekszik.* A nagyobb hajó tehát viszonylagosan a vízkiszorítás egységére vonatkoztatva kisebb ellenállást mutat.

A hajó súlyát, ezzel építési költségeit is döntően befolyásolja annak burkoló felülete, melynek számértéke a *méretnövelés második hatványával változik.* Ezért a nagyobb hajók súlyának és hordképességének viszonya (a héjazat mérsékelt vastagságnövekedése ellenére is) kedvezőbb, a nagy hajók relatíve olcsóbbak is, az elszállítandó áru mennyiségének egységére eső fajlagos költségek kedvezőbbek, mint a kis hajóké. Ezt mutatja be az I. táblázatunk.

I. táblázat

Tétel sz.	Jellemzők	Di- menzió	Konténerszállító 1500 DW t	Védfedélzetes 13 150/15 000 DW t	Tömégáruszállító 72 500 DW t	Tankhajó 102 000 DW t	Tankhajó 169 500 DW t
1	Főméretek LBH (T)	m	80 × 15 × 7,5 (3,5)	140 × 17 × 12,5 (9,2)	242 × 32 × 18,6 (13,4)	268 × 39 × 18,3 (13,4)	290 × 44,4 × 23,3 (18)
2	Sebesség	csomó	13,2 (12)	14,75 (14)	15,75 (15)	15,5 (15)	16 (15,5)
3	Főgépteljesítmény	LE	2000 Diesel	5500 Diesel	18 000 (Diesel)	21 000 (Diesel)	30 000 (Gőzturbina)
4	Személyzet	fő	15	50	50	50	33
5	Napi üzemanyag	t	8 t Dieselolaj	22 t Dieselolaj	72 t Bunkerolaj	84 t Bunkerolaj	135 t Bunkerolaj
6	Napi út	mf	290	340	360	360	370
7	Hajó építési költsége	mill. \$	1	3,3	8,4	12	20
8	Hajó ára		700	230	120	126	125
9	hordképesség Napi üzemanyag	\$/t	5,3	1,5	1,0	0,8	0,8
10	hordképesség Egy főre jut	kg/t t/fő	100	300	1400	2000	5000

Megjegyzések: 1 mf = 1,852 km, 1 csomó = 1,852 km/h, DW t = teljes hordképesség t-ban beleértve a hasznos rakományt, üzemanyagot, személyzetet, tartalékalkatrészeket, leltárt.

Felhasznált irodalom: British Shipbuilding Costs. The Motorship. November Special Number 1967

A táblázat 1 ÷ 7 tételei különböző típusú és hordképességű hajók adatait (főméreteit, sebességét, főgépteljesítményét, személyzetének létszámát, napi üzemanyagfogyasztását, az időegység alatt megtett útját, építési költségét) tartalmazzák, amelyek befolyásolják a hajózás gazdaságosságát. A 8 ÷ 10 tételek az előző adatok alapján kiszámított fajlagos értékeket tüntetik fel (a hordképesség egységére jutó hajóár, üzemanyag mennyiség, egy fő személyzetre eső hordképesség). A fajlagos értékek változása számszerűen megmutatja a nagy hajók döntő fölényét a kisebb hajókkal szemben, egyúttal magyarázatul szolgál arra, hogy miért érdemes egyre nagyobb hajókat szolgálatba állítani. Különösen mutatkozik ez a személyzet létszámának alakulásánál, amelynél az automatizálás fokozása is egyre inkább érvényre jut főként a nagy hajóknál.

A *Lloyd's Register of Shipping* statisztikái alapján közöljük a II. táblázatot, mely az 1967 év végéig megrendelt és tervezés ill. építés alatt álló óriáshajók darabszámát mutatja be az építő ország és hordképesség szerinti megoszlásban.

## II. táblázat

1967 év végéig megrendelt, részben építés alatt álló tankhajók darabszáma

Építő ország:	175–200 ezer DW t	200–250 ezer DW t	250–300 ezer DW t	300 ezer felett DW t	Összesen db
Japán .....	6	64		6	76
Franciaország .....		13			13
NSzK .....	2	9			11
Svédország .....		10			10
Dánia .....		7	1		8
Hollandia .....		7			7
Nagybritania .....		4	1		5
Olaszország .....		4			4
Norvégia .....		2			2
<b>Összesen:</b>	<b>8</b>	<b>120</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>136</b>

Felhasznált irodalom: Report of Lloyd's Register of Shipping 1967

A gazdasági számítások arra engednek következtetni, hogy a távoli olajmezőről való nyersolajszállítás 200 000 t hordképességű hajókkal a Jóreménységfok megkerülésével már kedvezőbb, mint a Szezi Csatornán át rövidebb úton, kisebb hajókkal. A Szezi csatorna lezárása óta az óriás hajók száma növekedett, amelyek méreteiknél, főleg merülésüknél fogva csak részleges terheléssel kevésbé gazdaságosan használhatnák a csatornát.

Annak azonban, hogy ilyen nagy hajók építésére a vállalkozási kedv fennmaradjon, elsősorban gazdasági feltételei vannak, azaz belátható időn belül elendő elszállításra váró árumennyiség. Ez a körülmény az olajszállításnál jelenleg fennáll. Más feltételek a nautikai körülmények, melyek szerint csak tengeri forgalomban járhatnak az óriáshajók, amelyek építését viszont a tudomány és a technika mai fejlettsége tett lehetővé. Mégis jelentkezik a fejlődés iránya egyre nagyobb szállítási teljesítmények kifejtésére képes hajózási módok és nagyobb egységek bevezetésével a belvízi hajózásban is. Ott, ahol a forgalom indokolja, a szűk keresztmetszetek (hajózó út szélessége, mélysége) bővítésével igyekeznek lehetővé tenni a gazdaságosabb, nagyobb hajóegységek bevezetését.

A tengeri hajózásban azonban az *óriáshajók alkalmazása mégsem teszi feleslegessé a kisebb hajók üzemeltetését sőt újak építését*. Ilyenekre továbbra is szükség lesz. Ugyanis az óriáshajók elsősorban nagy távolságú, mélytengeri forgalom lebonyolítását végezhetik gazdaságosan. Ezek fogadására kevés számú, de jól felszerelt kikötők vannak kialakulóban, amelyek gyűjtőállomásokként átadják az árut további elosztás céljából kisebb parti- és belvízi hajózást folytató egységeknek, többek között olyanoknak is, amelyek előállítására a magyar hajóépítő ipar is képes lesz.

SZESZTAY KÁROLY:

Örömmel szövöm be a víziközlekedés egészéről FEKETE Gy. tanulmányában elénkvetített áttekintésbe a hidrológia szálait. Csábító lett volna a gondolat; Fekete Gy. igen szellemes folyamatábrájának „hidrológiai vetületét” követni. Mégis más szerkezetet kellett

végülis választani, mert a hidrológiára a víziközeledésben — ugyanúgy, mint más alkalmazásaiban is — másodlagos és kiszolgáló szerep hárul. Szerepe általában akkor kezd az érdeklődés előterébe kerülni, amikor a kiszolgált tevékenység fejlődésében elkövetkezik valamely határállapot, amelyen túl a műszaki biztonság és a gazdasági hatékonyság javítása már csak a kapcsolódó ágazatok egészének fejlesztésével vagy szűk keresztmetszeteiknek bővítésével érhető el.

Az alábbi rövid hozzászólás a víziközeledés fejlesztésének néhány hidrológiai vonatkozását a Dunabizottság hidrometeorológiai szakcsoportjában szerzett tapasztalatok alapján és a MAHART Vezérgazgatóságának megbízásából — a hajózás szakembereivel szorosan együttműködve — a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézetben az elmúlt két évben végzett munkák eredményeire támaszkodva tekinti át. Ezt a feladatot nagyban megkönnyíti, hogy neves szakembereink egész sora nemcsak kijelölte a víziközeledés fejlesztésének hidrológiai feladatait, hanem megoldásukban is jelentős eredményeket ért el.

*A víziutak teljesítőképességének hidrológiai tényezői.* A szárazföldek víziútjainak forgalmát gyakran korlátozzák a víziút adottságai, amelyeknek jelentékeny része a hidrológiai tényezők (vízjárás, mederalakulás, jégviszonyok) alakulásával kapcsolatos.

Valamely víziút hidrológiai adottságainak vázlatos áttekintéséhez többnyire a terület általános hidrológiai feltárása és nyilvántartása keretében végzett észlelések és kutatások szolgálnak kiindulással. A teljesítőképesség részletesebb elemzéséhez azonban mindig az általános hidrológiai feltárás keretein túlnyúló adatgyűjtésre és feldolgozásra van szükség.

*A víziközeledés sajátos igényeihez igazodó alkalmazott hidrológiai adatgyűjtés és kutatás feladata például*

- a víziút mélységének és szélességének nyilvántartása a gázlós szakaszokon.
- a víziút kialakítása és fenntartása érdekében végzett mederszabályozási munkák hatása az áramlási viszonyokra, a hordalékjárásra és mederalakulásra,
- a hajózási kisvízszint megállapításának hidrológiai előmunkálatai,
- a víziúton kialakuló áramlási sebességek megállapítása és nyilvántartása,
- a kikötőkkel és a hidak alatti áthaladással kapcsolatos hidrológiai vizsgálatok,
- a jégtörő hajók alkalmazásával kapcsolatos hidrológiai mérések és vizsgálatok.

A fenti és azokhoz hasonló egyéb célokból végzett hidrológiai adatgyűjtés során gondolni kell arra, hogy az észleléseknek és a méréseknek a víziközeledés igényeit szolgáló *tágabbkörű kutatások* elvégzését is lehetővé kell tenni. A gázlósintek alakulásának fizikai és statisztikai törvényszerűségeit például csak akkor lehet megfelelően tisztázni, ha az észlelések a hajózás szempontjából kritikus kisvízi időszakokon megfelelő mértékben túlnyúlnak.

A fentebbi feladatokkal kapcsolatos hidrológiai vizsgálatok *módszerei* — a megkívánt pontosságtól és a rendelkezésre álló adatoktól függően — igen sokfélék lehetnek. Összetettebb víziutak és víziút-rendszerek teljesítőképességének vizsgálatában minden bizonnyal nagy jövő vár a *szimulációs vizsgálatokra*, amelyek — tényleges vagy matematikai módszerekkel előállított mesterséges adatsorokra támaszkodva és a számítógépek nyújtotta új lehetőségeket kihasználva — sok hatótényező együttes elemzését és igen sok alternatíva gyors összehasonlítását teszik lehetővé.

*A víziutak forgalomirányításának hidrológiai vonatkozásai.* Amíg a víziutak tervezéséhez és teljesítőképességük megállapításához a víziút-parmétereknek kritikus szakaszokon kialakuló átlagos és szélsőséges értékeiről kell tájékozódni, a forgalomirányítás a víziút hidrológiai tényezőinek pillanatnyi állapotáról és várható jövőbeli alakulásáról kíván tájékoztatást.

A főbb folyók és állóvizek hidrológiai viszonyairól az országos és regionális vízjelzőszolgálatok nyújtanak általános tájékoztatást. Ezeket azonban — a bevezetőben említett határállapot elérése után, vagyis ha a víziút-rendszer teljesítőképességének minél teljesebb kihasználásához jelentékeny gazdasági érdekek fűződnek — a *víziközeledés sajátos igényeihez igazodó tájékoztatásokkal és előrejelzésekkel kell kiegészíteni.*

*Vízálláselőjelzések.* A gázlós szakaszon a kisvízi, a kikötők és a hidak alatti áthaladás szempontjából főként a nagyvízi vízállások előrejelzésére van szükség. A vízállások részletes alakulásának előrejelzésében az elérhető időelőnynek a felszíni vizek összegyülekezésének és mederbéli levonulásának időtartama szab határt. (Ez az idő a Duna magyarországi szakaszára mintegy 3 ÷ 6 nap, a Vaskapu alatti szakaszra pedig 10 ÷ 15 nap). A kisvízi vízállások alsó határértékéről — a mederhálózat kiürülési folyamatának és a felszín alatti vizekből nyert utánpótlódásnak az elemzése alapján — ennél lényegesen hosszabb időre (néhány hétre, vagy hónapra) is lehet esetenkénti előrejelzést adni.

A MAHART Vezérgazgatóságának megbízásából és a Számítástechnikai és Ügyvitelszervező Vállalattal együttműködve a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet a közel-múltban gépi számításokon alapuló módszert dolgozott ki a Duna vaskapui szakaszán kialakuló vízállások 5 és 10 napos előrejelzésére. A hidrológiai nyilvántartás nyújtotta adatokból

információ-elméleti módszerekkel és esetenkénti szelektív kapcsolatvizsgálat útján levezethető összefüggéseken alapuló eljárás — a gazdasági igények felmerülése esetén — kiindulással szolgálhat a dunai vízüthálózatot átfogó egységes rövididejű vízálláselőrejelzési szolgálat kialakításához.

*A gázlók küszöbszintjének előrejelzése.* A vízállásoknál bizonyára több nehézséggel járna és hosszabb időt igényelne, de a belátható jövő reális lehetősége a *gázlók küszöbszintjének változásaira vonatkozó előrejelzések* kidolgozása. A Duna és a főbb mellékfolyók egyes szakaszain a gázlósint változások jelentékenyen lerontják a vízálláselőrejelzések hasznosításának lehetőségeit. A feladat megoldásához mindenekelőtt a gázlós szakaszok mederalakulási folyamataira vonatkozó rendszeres adatgyűjtést kellene az oknyomozó elemzés igényeit szem előtt tartó szintre emelni.

*Egyéb előrejelzési feladatok.* A hajózás számára a vízmélységeken kívül a *jégviszonyok* előzetes ismerete is hasznos lehet. A Szovjetunió jelentékenyebb vízfolyásaira 10–15 év óta készülnek rendszeres rövid és hosszú idejű előrejelzések az őszi és tavaszi jégjelenségek időpontjáról. Az őszi jégmegjelenés időpontjának rövididejű előrejelzésére a magyarországi dunaszakaszra is megindultak a módszertani előtanulmányok.

Tágabb értelemben a hidrológiai előrejelzések körébe sorolható a *vízlevonulási idők* esetenkénti megállapítása is, aminek a hajók, ill. a vontatmányok várható utazási ideje szempontjából lehet jelentősége. A Duna áramlási közepsebességei a vízállásmagassággal igen jelentékenyen változnak és a hajóút vonalában kialakuló felszíni sebességek természetesen lényegesen eltérhetnek a közepsebességektől.

A hajózás biztonságát jelentékenyen növelhetik a szélviharokra vonatkozó meteorológiai előrejelzések.

*A folyócsatornázás hatása a hajózási viszonyokra.* A folyócsatornázás hatása a folyam hidrológiai és hidraulikai viszonyaira több vonatkozásban figyelmet érdemel a hajózás szempontjából:

A duzzasztás hatására jelentékenyen módosulnak a különböző vízhozamokhoz tartozó *áramlási közepsebességek*, ami a hajóúton kialakuló leúszási sebességek és a hajózási idők alakulásában is kifejezésre jut. Nem közömbösek a hajózás számára a duzzasztóművek hatására a *jéggátsái* viszonyokban várható változások sem.

A duzzasztott térben visszatartott jelentékeny víztömegek lehetővé tehetik, hogy kritikus helyeken és időszakokban a duzzasztóművön lebocsájtott *mesterséges árhullámok* segítsék át a hajókat az elégtelen vízmélységű helyeken — amint erre az Inn torkolata alatti szakaszon már több alkalommal sor került. A szükséges vízeresztés mértékének és időtartamának meghatározásában a vízlevonulás hidrológiai és hidraulikai törvényszerűségei szolgálnak támpontul.

Megváltoztatja a folyamcsatornázás a *hordaléklevonulási és mederalakulási* folyamatokat is. A hajóút szempontjából főként a duzzasztott szakaszok felső határa közelében bekövetkező lerakódásoknak és mederváltozásoknak lehet jelentőségük.



# FELADATOK A KÖZLEKEDÉSFEJLESZTÉS TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEINEK HASZNOSÍTÁSÁRA

MÉSZÁROS KÁROLY

A közlekedés és a társadalmi élet kapcsolatai. A közlekedés termelési folyamatának tényezői, ezek mechanizmusa és szerepe a társadalmi újratermelésben. A magyar közlekedés-politikai koncepcióból adódó követelmények, a gazdaságpolitika igényeivel kapcsolatos makro- és mikroökonómiai vizsgálatok területei. A termelés fejlődésével, a távlati tervezéssel, a nemzetközi kapcsolatokkal együttjáró közlekedést érintő hatások vizsgálatának igényei. A közlekedés fejlesztésének fő irányai, a tudományos eredmények gyakorlati felhasználása a vezetésben.

## I. Az elméleti és alkalmazott tudományok egysége

Az előzőekben közölt tanulmányok egyértelműen bizonyították azt, hogy a közlekedés fejlesztése nagyfontosságú társadalmi- és tudományos feladat. A gazdasági fejlődés és a közlekedés között sajátos összefüggések, kölcsönhatások állanak fenn. A civilizáció fejlődésével a szervezett társadalmi élet követelményei sokrétűen jelentkeznek, méreteikben, bonyolultságukban egyre bővülnek. E problémák megoldása szorosan összefügg az alaptudományok fejlődésével az ezekre épülő alkalmazott, fejlesztési kutatások eredményeivel.

Az alaptudományok felhasználása azokon a területeken indult meg nagyobb intenzitással, amelyeken össze lehetett kapcsolni a tudományos eredményeket a gyakorlati követelményekkel. Napjainkban a fizika és a kémia tudománya jár e tekintetben az élen a modern fizikára és kémiára támaszkodnak a műszaki tudományok új vívmányai.

Most a tudományos-technikai forradalom korszakában a tudomány fogalomköre is mozgásban, dinamikában fogható fel.

A tudomány fogalomkörébe vonható most már mindaz a szellemi tevékenység, amely a tudományos ismeretek bővítését és azok racionális rendszerezését szolgálja. Az alaptudományok mellett a tudományok hierarchiájába tartoznak mindazok a tudományterületek, amelyek a tudományos eredmények gyakorlati realizálásával a társadalom, a valóság jelenségeit, a tudomány eredményeit az ember hasznára fordítják. Az alap és alkalmazott tudományok közötti megkülönböztetés, — ahogyan ezt több előadás és hozzászólás is kifejtette, — nem tekinthető alapvetően elválasztó jellegűnek, csupán azt fejezi

ki, hogy az *alkalmazott tudományok az elméletiekre támaszkodva célszerűen orientálódtak a társadalmi igények kielégítésére.*

## 2. A közlekedés és a tudomány kapcsolata

A közlekedés tudományos problémáit feltáró tanulmányok eredményeinek a gyakorlati élet szempontjából való elemzéséhez utalni kell a közlekedés társadalmi-gazdasági jelentőségére. A közlekedés azzal a tevékenységével, amellyel lehetővé teszi személyek és dolgok helyváltoztatását, alapvető társadalmi követelményt elégít ki.

A mozgás, helyváltoztatás a természetnek és a társadalomnak egyaránt alapvető követelménye, mintegy a társadalmi újratermelés továbbfolytatása. Ennek megfelelően a közlekedés valóságos megnyilvánulásában termelési tényező és mint ilyent, szintetikususan csak a termelési folyamatokon keresztül lehet vizsgálni, jellemezni. A közlekedés folyamata igen bonyolult, nagyon sokféleképpen összefonódik a fizikai és társadalmi valósággal. Ennek következtében annak előfeltétele, hogy a közlekedésben mélyreható tudományos tevékenységet folytassunk olyan vizsgálatokra, kutatásokra, módszerekre van szükség, amelyek a közlekedés sajátos termelési erőit a maguk valóságában felismerik. A közlekedés termelési folyamatának tényezőit célszerűen három csoportba sorolhatjuk: *a járműre, mint közlekedési eszközre, a közlekedés infrastruktúrájára és a folyamatot megvalósító emberre.* E tényezőket egyidejű- és kölcsönhatásukban kell vizsgálni ahhoz, hogy megismerjük a közlekedés sajátos mechanizmusát. A járművet, mint közlekedési eszközt abban a fizikai környezetben kell figyelembe venni, amelyben mozog annak műszaki és gazdasági teljesítményét és mindazokat a kölcsönhatásokat, melyek az azokkal szállított személyekkel és árukkal, valamint az irányító emberrel kapcsolatosak. Az infrastruktúrára hasonló megállapítások érvényesek, e tényezőhöz tartozó elemeket egyidejű és kölcsönhatásaikban szükséges vizsgálni, elemezni és értékelni. Végül az embert, akire mint a közlekedés igénybevevőjére hat a közlekedés, illetve aki részt vesz a folyamatok irányításában, és mind kiterjedtebben maga is szereplője a közlekedés folyamatának.

A közlekedési üzem e három tényező együttes funkcionálásából valósul meg. A termelési funkciót betöltő igen bonyolult mechanizmus keretében működő közlekedésben azokat a tényezőket is vizsgáljuk, amelyek a felhasználók révén a társadalom fejlődésével együtt változó igényekből fakadnak. Mindezek a maguk egységében illeszkednek a társadalmi életbe, a társadalom fejlődésébe. A közlekedésnek a gazdasági élet fejlődésében stratégiai szerepe is van. Az egyes közlekedési ágazatok, sajátosságaiknak megfelelően, különböző feladatokat látnak el, különböző szerepet játszanak a szállítási igények kielégítésében, ezek tevékenységének tervszerű irányításával, koordinálásával a termelési folyamatot hatékonyan befolyásolhatják. Mindezekhez azt is hozzá



kell tenni, hogy a közlekedés fejlettsége a társadalmi-gazdasági fejlődés mennyiségi és minőségi eredményeinek függvénye.

Az előzőekben közölt tanulmányok pregnánsan kifejezésre jutatták a közlekedés és a tudomány kölcsönhatásait, a közlekedéstudomány előtt álló tudományos problémákat. Ezen tanulmányokból számos olyan megállapítás vonható le, amelyeket a közlekedésben dolgozó kutatók és vezetők hasznosíthatnak, a gyakorlatba átültethetnek.

### 3. A közlekedéspolitikai koncepció és a gazdaságirányítás új rendszere

Mindenekelőtt utalni kell arra, hogy a közelmúltban az Országgyűlés tárgyalta és jóváhagyta a kormány *közlekedés-politikai koncepcióját*. A koncepcióban foglaltak szolgálnak elsődlegesen iránymutatásul e feladatok meghatározásánál. A központi cél ebben a népgazdaság szállítási szükségleteit hatékonyan kielégítő olyan egységes közlekedési rendszer kialakítása, amely a közlekedési ágak tervszerű együttműködésével vesz részt a társadalmi újratermelési folyamatban. A koncepció elsősorban a fejlesztés nagyobb távlatokban érvényesülő irányait és arányait határozza meg, ugyanakkor azonban egységes direktívákat ad a rövidebb távlatú tervezéshez is.

A közlekedés fejlesztése és ennek szolgálatában álló kutatása mindég a jövőt tartja szem előtt. A közlekedés fejlesztését irányító vezetés ténykedése — minthogy a közlekedés fejlesztése szoros összefüggésben van a népgazdaság fejlesztésével — éppen ezért nem vonatkoztatható el a társadalmi fejlődés célkitűzéseitől a társadalom igényeitől. Mindezeket szemelőtt tartó közlekedéspolitikai koncepció ugyanakkor meghatározza a közlekedés országos gazdaságpolitikába való besorolását is. Egyértelműen következik ebből az, hogy a közlekedéspolitikai gyakorlat az elméletileg kidolgozott tudományos módszereket csak valamennyi összefüggés mérlegelésével, számos a közlekedésen kívül fekvő tényező figyelembevételével, alkalmazhatja. Ez nyilvánvalóvá teszi azt, hogy a tudományos eredmények gyakorlati alkalmazásához — különösen a gazdaságtudományi területen — nem elegendő a legésszerűbb metodika kidolgozása, folyamatábrázolása, hanem meg kell találni a gyakorlati felhasználás egész rendszerbe beilleszthető optimális lehetőségeit is. Sokrétű, komplex feladat ez, s ha ennek megoldásánál felmerülő nehézségek miatt húzódik el egy-egy tudományos eredmény gyakorlati felhasználása, az egyáltalában nem jelenti a tudománytól való félelmet a tudományos eredmények megbecsülésének hiányát. A közlekedéspolitikai gyakorlatra különböző politikai és közgazdasági erők hatnak így a sokszor egymással ellentétes kívánalmaknak csak kompromisszumos megoldás felelhet meg. A közlekedés gyakorlatát pregnánsan világítja meg a gazdaságpolitika és a közlekedés összefüggése, kölcsönhatása. A gazdaságpolitika alapvető feladata, hogy a gazdasági fejlődéssel szemben támasztott társadalmi, politikai követelményeket

kielégítse. A társadalmi-politikai követelmények érvényesítésével a gazdaságpolitika alapvető feladata az, hogy természetes követelményként biztosítsa az egyensúly állapotát a kereslet és a kínálat dinamizmusában. Ennek megfelelően a gazdaságirányítási rendszer fejlesztésének a célja tulajdonképpen a kereslet és kínálat egyensúlyának folyamatos biztosítása s ezzel a gazdaságpolitika célkitűzések megvalósításának meggyorsítása. Az új gazdasági mechanizmus, gazdaságirányítási rendszer ennek megfelelően feladatát akkor teljesíti, ha a társadalmi, politikai követelményeket minél hatékonyabban kielégíti. Az ország gazdaságpolitikájába illesztve kell a közlekedéspolitikai célkitűzéseket is megvalósítani úgy, hogy azok a társadalmi-politikai követelményeket mindenkor kielégíthessék. E követelmény megvalósításának alapfeltétele az, hogy a közlekedést a politikai tudományokba is vonjuk be, annak fejlesztésében e tudományok eredményeit is felhasználjuk. Hangsúlyozni kell azt is, hogy a közlekedés a gazdaságpolitikai igényeket akkor elégítheti ki hatékonyan, ha a közlekedéstudományi kutatások olyan tudományos módszereket bocsájtanak rendelkezésre, amelyek minél differenciáltabban megalapozott keresleti analízist tesznek lehetővé az utazási és szállítási szükségletek alakulása tekintetében. Ilyenek birtokában tudja a közlekedés a kínálati kereteket biztosítani, a szükségleteket hatékonyan kielégíteni. A társadalmi-gazdasági élet fejlődéséből várhatóan a közlekedésre meghatározóan ható változások előrevetítéséhez szükséges tudományos módszerek továbbfejlesztésével a szállítási szükségletek előrevetítése a jövőben is a közlekedési kutatások egyik legfontosabb feladata. Csak a kellő tudományos egzaktsággal megalapozott előrevetítések adhatnak megbízható tájékoztatást arról, hogy a várható szállítási szükségletek szerint történjék a közlekedés fejlesztése.

A közlekedésgazdaság *makró- és mikro-területeinek* vizsgálatait is ki kell szélesíteni.

#### 4. A közlekedés és a népgazdaság kapcsolatai

A közlekedésgazdaság *makró* tartományaiban különösen fontos a *társadalmi-gazdasági fejlődés és a közlekedés összefüggéseinek feltárása, a közlekedés és a népgazdasági ágazatok kapcsolatainak elemzése, és a közlekedési szükségletekből adódó népgazdasági kapcsolatok tisztázása*. A közlekedéstudomány csak akkor tud hatékony segítséget nyújtani a közlekedéspolitikai vezetésnek, ha e három alapvető, a makróterületet érintő kutatási munkák a fő- és részkérdéseket megfelelő mélységben feltárják.

Elsősorban arra kell utalni, hogy ezeknek a vizsgálatoknak azokra a tényezőkre kell irányulniok, amelyek a közlekedés feladatait alapvetően befolyásolják. Ilyenek a termelő erők, a termelés területi, szerkezeti vizsgálata, a népgazdasági munkamegosztás és a nemzetközi kapcsolatok helyzete, je-

lemzői és értéke. Ezek a vertikális komponensek horizontálisan mind a négy tényezőt magukban foglalják, ezek adják az államigazgatási, kulturális, szociális és termelési helyváltoztatási szükségletekből adódó közlekedési igényeket. E tényezőket megvizsgálva a következőkben a termelő erők fejlődésének alakulására és ezek közlekedésre gyakorolt hatására vonatkozóan várunk tudományos eredményeket. Utalunk arra, hogy pl. az ipari és mezőgazdasági politikában jelentős változások várhatók. Így az iparpolitikában az egységes energiahálózatba való bekapcsolódás egy sor energiahordozó szállításának elmaradásával jár. A gépiparban, műszeriparban, híradástechnikában a célgépek gyártása fokozódik, ami ugyancsak a szállítások volumenében eredményez változást. Mindinkább előtérbe kerül a helyi alapanyagfelhasználás stb. Ellentétes hatású ezzel az, amikor kooperáció keretében az alapanyagot megmunkálásra, illetve feldolgozásra elszállítjuk, majd feldolgozott állapotban mint félkész vagy kész terméket visszaszállítjuk. Ilyenként említhető a timföld. E néhány példa kellően mutatja azt, hogy a termelő erőkben történő változás alapvető olyan strukturális változást hoz magával, amely a közlekedésre közvetlenül hat. Hasonló a helyzet a termelés területi, szerkezeti összetételénél, változásánál is. A telepítéspolitikai, a raktározás, felvásárlás, szerkezeti módosításai közvetlenül hatnak a közlekedésre, annak feladatait alapvetően módosíthatják.

A nemzetközi kapcsolatok mértékének alakulásában a KGST munkájában való minél nagyobb mérvű bekapcsolódás döntő tényező. Utalhatunk arra, hogy a közlekedési ipar szempontjából alapvető problémák mint pl., a kerékpárgyártás megoldása igen döntő jelentőségű. A nemzetközi kapcsolatok változása ugyancsak számottevően kihat a közlekedésre, a közlekedés jövőjére, feladataira.

A közlekedés és a népgazdasági ágazatok kapcsolatára vonatkozóan említett kutatási igényekkel kapcsolatban elsősorban arra utalok, hogy országunk földrajzi, természeti adottságai folytán a jövőben mind nagyobb szállítási igények lépnek fel, ami nagy szállítási teljesítményeket igényel. Ezeknek a kapcsolatoknak, kölcsönhatásoknak mélyreható vizsgálata alapvető kutatási feladat és szorosan összefügg a közlekedés bizonytalansági tényezőinek vizsgálatával. Az a körülmény, hogy a szállítási igények változása következtében a közlekedés termelése nem tehető egyenletessé, amihez hozzájárul az idegenforgalomból, üdülésből, kirándulásból származó utazási szükségletek hullámmása, mind olyan tényezők, amelyek ismerete nélkülözhetetlen a hálózat bővítésénél és az egész közlekedés fejlesztésénél.

A közlekedési szükségletekből adódó népgazdasági kapcsolatok problémájánál az ipar és az import háttérére kell utalni. Több éven keresztül akadályozta ennek a kapcsolatnak a hiánya azt, hogy a közlekedés megfelelően el tudja látni alapvető feladatát. Nagyon sok szállítás lemondása keletkezett az ipari háttér és az import háttér kapcsolatának hiánya miatt.

Mint jelentős eredményt említhetem azt, hogy éppen e kapcsolatok problémáinak megoldásában elért tudományos eredmények tették lehetővé a legutóbbi években azt, hogy a közlekedés az iparnak megfelelő prognózist tudott adni, hogy az ipar határozottan állást tudjon foglalni a licenc vásárlás kérdésében — (pl. a szilíciumegyenirányító 3000 LE-es villamos mozdony licenc vásárlása) MAN-Diesel motorgyártás, kábelgyártás stb.

Rendkívül nagy fontosságúak azok a tudományos vizsgálatok, amelyek a makroökonómiai tanulmányokhoz alapvető segítséget nyújthatnak. Ezek közül a napjainkban folyó távlati tervezés emelendő ki, amelynek munkálataiban számottevő előrehaladás történt. Az országos hosszútávú tervezés során, a munkaerőhelyzet, a társadalmi újratermelés kérdése, a mezőgazdaságpolitika, az építőipar helyzetének elemzését, a közlekedés helyzetének a vizsgálata és elemzése zárta le szemelőtt tartva azt, hogy a közlekedés jelentősége és feladata a népgazdaság tükrében jelenik meg.

A hosszútávú tervezés második szakasza most kezdődik, ennek munkálatainál is a tudomány segítségére számítunk.

### 5. A közlekedés belső összefüggései

A közlekedésgazdaság *mikró*-tartományából a kombinált szállítás keretében megoldandó és megoldható feladatokat emelem ki azzal, hogy a *mikró*-és *makró*-struktúrák nem választhatók el, ezek vertikálisan és horizontálisan összefüggnek. Ezért a kombinált szállítások körének *mikró*-tartományából a *kisforgalmú vonalak és kisforgalmú állomások megszüntetésének kérdése, a darab-áruforgalom körzetesítése és a nagyforgalmú pályaudvarok rekonstrukciója emelendő ki*. Utalunk a *rakodólapos szállítási rendszer* bevezetésének vizsgálati módszerére, mely alapját képezi az összetett koordinációs vizsgálatnak, a *konténeres* szállítás vizsgálati módszerének.

Külön kiemelve a konténeres szállítás problematikáját, a vizsgálat alapvető feltétele az, hogy a közlekedés munkafolyamatából induljunk el.

A közlekedés a konténeres szállítási folyamat lebonyolításához a közlekedési üzemek egész sorát veszi igénybe, ezek részfolyamatai rendkívül differenciáltak, sok variánsból állíthatók össze, amelyek optimumát megfelelően hatékony szállítási technológia nélkül nem lehet megoldani. Más vetületei is vannak e kérdésnek, amelyeket az iparral, a külkereskedelemmel összefogva kell megoldani. A kérdésben érdekelt közlekedési és ipari ágazatok csak együtt — tudományos módszerekkel — az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal* koordinálva találhatják meg a legracionálisabb megoldásokat. Utalni kell azokra a vizsgálatokra, amelyek a fuvarozási, szállítási szolgáltatások bővítésével, külföldi szállítások hatékony kiszélesítésével foglalkoznak. A vázolt munkafolyamatok vizsgálatához egyszerű és összetett koordinációs számításon van szükség. Ezek előfeltétele a munkafolyamatok, munkahelyek elem-

zése a részfeladatok, és azon kapcsolatok megvilágítása, amelyek a közlekedés üzeme, és az államigazgatási, népgazdasági szervezetek között fennállnak.

Hangsúlyozni kell, hogy a közlekedés a szervezéstudománytól is sok kérdés megoldását várja. Igen széleskörű munkaszervezési feladatok olyan megoldására van szükség, amelyek a közlekedésben a munkamegosztás optimális arányait a teljes összhangot biztosítják.

A közlekedés fő tevékenységének a szállításnak vertikális lebonyolítása mellett a horizontális együttműködéssel kapcsolatos kutatási feladatok megoldása is súlyponti kérdés. Ezek a kutatási feladatok igen komplexek, mert a gazdasági szférában nagyon sok új elem hat, mint pl. a kereskedelmi, politikai, a pénzügyi és árpolitika a makró- és mikróterületekben egyaránt.

Hangsúlyozni kívánjuk, hogy a közlekedéstudományi kutatásokban mind nagyobb szerep vár a munkaszociológiai, munkapszichológiai és ergonómiai kutatásokra, amelyek terén ma még nagy elmaradás van. A komplex műszaki-gazdasági kutatásokban egyre jobban előtérbe kerülnek az emberi tényezők vizsgálatai, amelyeket csak a műszaki szférával együttesen és kölcsönhatásukban lehet eredményesen vizsgálni.

## 6. A közlekedéstudományi kutatások

Mindnyájan egyetértünk mindazokkal a tanulmányokkal, amelyek azt hangsúlyozzák, hogy több szempontból *erősítésre várnak azok a közlekedési kutatási bázisok*, amelyek gyakorlatban hasznosítható eredményei a közlekedés további fejlesztéséhez nélkülözhetetlenek.

A gyakorlati közlekedéspolitikus szemszögéből tekintve a közlekedésfejlesztés tudományos problémáit, hangsúlyozni kell, hogy a *megfelelő súlypontképzés nélkülözhetetlen a tudományos kutatómunkákban*. Ezeket a közlekedésfejlesztés központi irányelvei, súlypontjai határozzák meg. A közlekedéspolitikai koncepció szerint a vasúti közlekedés fejlesztésének súlypontja a törzshálózat fejlesztése és a többi hálózat racionális felhasználásának biztosítása. A közúti közlekedésben a közúthálózat fejlesztése, a városi közlekedésben a — kapacitások gyorsabb ütemű fejlesztése a súlyponti kérdés. A vázolt legfontosabb problémákat a rendelkezésre álló erők és eszközök összpontosításával meg lehet oldani. Nem kétséges, hogy a tudományos eredmények, módszerek hathatósan elősegíthetik azt, hogy a közlekedés egész folyamatában kiegyensúlyozott, célratörő irányítás legyen a jellemző. Ehhez az is nélkülözhetetlen, hogy a közlekedés vezetése a közlekedés dolgozóit, a tervezőket, kutatókat képességük, rátermettségük, szaktudásuk szerint a kívánt intenzitással foglalkoztassa. Országunk adottságai a vezetés kvalifikációjától azt is megkívánják, hogy úgy irányítsák szellemi bázisaikat, hogy azok elsősorban az adaptálandó és fejlesztendő eljárások kidolgozására koncentrálják erőiket.

Befejezésül hangsúlyozni kell, hogy a közlekedés tudományos dolgozói már eddig is behozták azt, hogy a követelményeknek meg tudnak felelni, mind a széles látókör és lényegyet megragadó készség, mind a felkészültség és szerénység tekintetében. A feladatok tovább nőnek, hiszen a közlekedéspolitika gyakorlati megvalósítása sok tekintetben az eddigieknél nehezebb feladatok megoldását követeli meg. *Azt szeretnénk, ha a tudományos dolgozók stratégiai vezetői lennének ennek a munkának és olyan mélységben tárnák fel a lehetséges megoldások elemeit, variánsait, hogy azok alapján a vezetés meg-alapozott, előrelátó és a töretlen fejlődést szolgáló döntéseket hozhasson.*

*A tudomány és gyakorlat ilyen összekapcsolása lehet csak biztosítéka annak, hogy a közlekedéspolitika koncepciójának megvalósítását sikeresen és eredményesen végrehajthassuk.*

**Utilization of the Results of Research Work on Transport Development.** Author in his experiments treats the following problems: Interrelations between social life and transport. Factors of the production process of transport, their mechanism and role in social production. Requirements in connection with the transport policy, field of the macro and micro economic investigation connected to the requirements of economic policy. Claims of the research work on the effects on transport connected to the production development, long-range planning, international relations. Main trends in transport development, utilization in practice of scientific results in management.

**Aufgaben zur Benutzung der wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschungen über die Verkehrsentwicklung.** Der Verfasser behandelt in seinem Aufsatz die folgenden Fragen: Die Beziehungen des Wasserverkehrs und des sozialen Lebens. Faktoren des Produktionsprozesses des Verkehrs, deren Mechanismus und Rolle in der sozialen Neuproduktion. Die mit den Ansprüchen der Wirtschaftspolitik zusammenhängenden Anforderungen im Zusammenhang mit der ungarischen Verkehrspolitischen Konzeption, Gebiete der makro- und mikroökonomischen Untersuchungen. Ansprüche der Entwicklung der Produktion, perspektivischen Planung und mit den internationalen Beziehungen verbundenen und den Verkehr beeinflussenden Auswirkungen. Haupttendenzen der Verkehrsentwicklung, Verwertung in der Praxis der wissenschaftlichen Ergebnisse in der Leitung.

## TATRALOMJEGYZÉK

<i>Csanádi György</i> : A közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjai . . . . .	3
<i>Turányi István</i> : A közlekedésfejlesztés új irányainak műszaki és természettudományos alapjai ( <i>Ertl Róbert, Hegedűs Gyula, Szidarovszky János és Westsik György</i> kiegészítő tanulmányával) . . . . .	9
<i>Czére Béla</i> : A közlekedésfejlesztés új irányainak gazdaságtudományi alapjai ( <i>Kaján Béla, Papp Endre, Hunkár Dénes</i> kiegészítő tanulmányával) . . . . .	37
<i>Rödönyi Károly</i> : A vasúti közlekedés fejlesztésének tudományos problémái ( <i>Kánya Ernő, Kerkápoly Endre</i> kiegészítő tanulmányával) . . . . .	61
<i>Nemesdy Ervin</i> : A közúti közlekedés fejlesztésének tudományos jellegű alapkérdései ( <i>Kozáry István, Kaján Béla, Lévai Zoltán, Mészáros-Komáromy László és Tőzsér István</i> kiegészítő tanulmányával) . . . . .	85
<i>Szabó Dezső</i> : A városi közlekedés és az urbanizáció egyes kérdései ( <i>Perényi Imre, Bényei András, Szűcs István és Prinz Gyula</i> kiegészítő tanulmányával) . . . . .	107
<i>Fekete György</i> : A víziközlekedés fejlesztésének tudományos alapjai ( <i>Bárd István, Balogh Béla és Szesztay Károly</i> kiegészítő tanulmányával) . . . . .	133
<i>Mészáros Károly</i> : Feladatok a közlekedésfejlesztés tudományos eredményeinek hasznosítására . . . . .	163

## CONTENT

<i>Csanády, Gy.</i> : Analysis of the scientific bases of the new trends in transport development	3
<i>Turányi, I.</i> : Scientific bases of physical and technical character of the new trends of transport development (With contributions of: R.Ertl, Gy. Hegedűs, J. Szidarovszky and Gy. Westsik) . . . . .	9
<i>Czére, B.</i> : Economic bases of the new trends of transport development (With contributions of: B. Kaján, E. Papp, D. Hunkár). . . . .	37
<i>Rödönyi, K.</i> : Scientific problems of the rail transport (With contributions of: E. Kánya, E. Kerkápoly) . . . . .	61
<i>Nemesdy, E.</i> : Scientific fundamental problems of the road transport development (With contributions of I. Kozáry, B. Kaján, Z. Lévai, L. Mészáros-Komáromy, and I. Tőzsér) . . . . .	85
<i>Szabó, D.</i> : Some problems of urban traffic and urbanization (With contributions of: I. Perényi, A. Bényai, I. Szűcs and Gy. Prinz) . . . . .	107
<i>Fekete, Gy.</i> : Scientific bases of transport development on waterways (With contributions of: I. Bárd, B. Balogh and K. Szesztay) . . . . .	133
<i>Mészáros, K.</i> : Utilization of the results of research work on transport development . . . . .	163

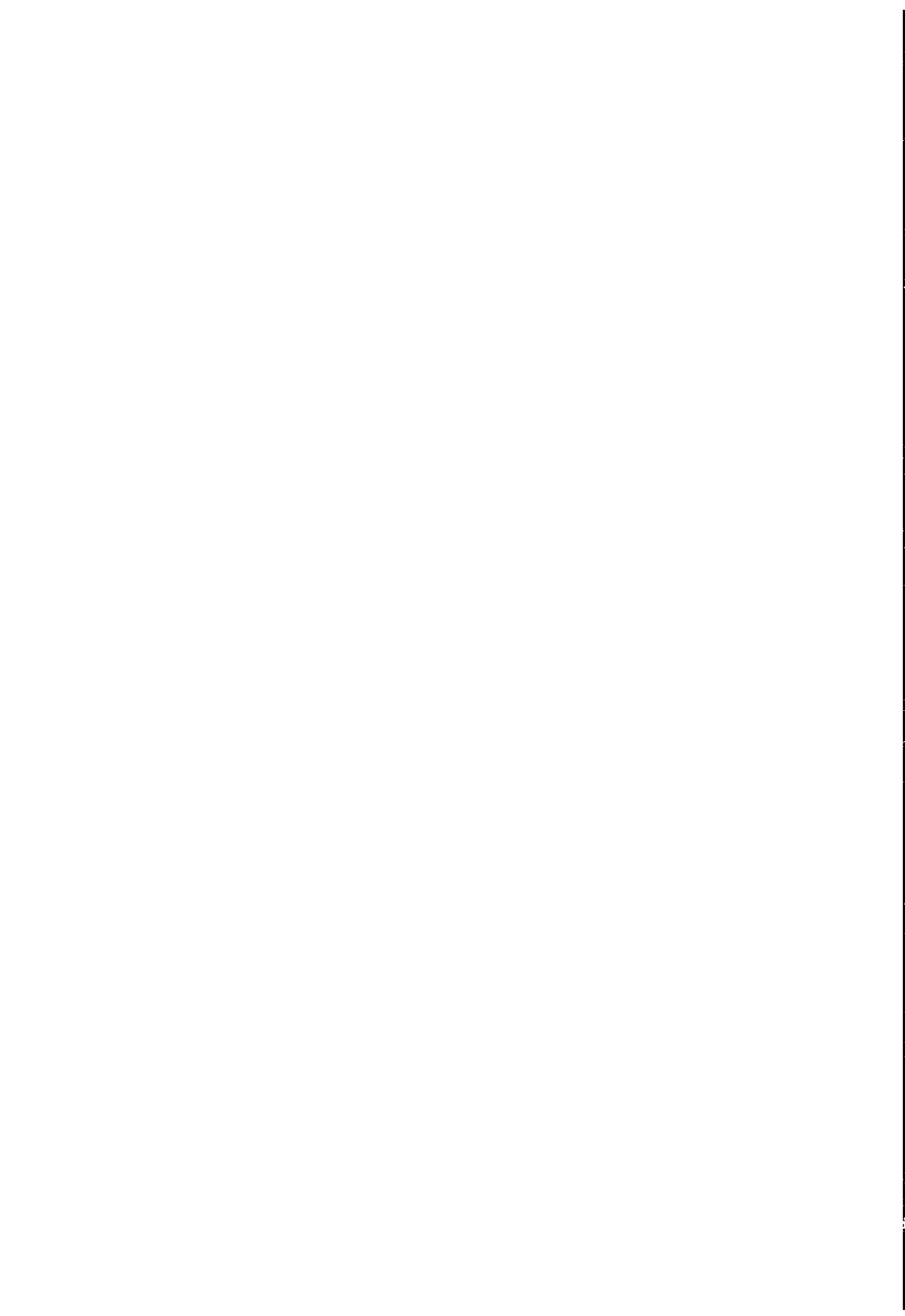
## INHALTSVERZEICHNIS

<i>Csanádi Gy.</i> : Analyse der wissenschaftlichen Grundlagen der neuen Entwicklungsrichtungen des Verkehrs .....	3
<i>Turányi I.</i> : Naturwissenschaftliche und technisch-wissenschaftliche Grundlagen der neuen Entwicklungsrichtungen des Verkehrs (Mit Zuschriften von: R. Ertl, Gy. Hegedűs, J. Szidarovszky und Gy. Westsik) .....	9
<i>Czére B.</i> : Wirtschaftswissenschaftliche Grundlagen der neuen Entwicklungsrichtungen im Verkehr (Mit Zuschriften von: B. Kaján, E. Papp, D. Hunkár) .....	37
<i>Rödönyi K.</i> : Wissenschaftliche Probleme der Entwicklung des Eisenbahnverkehrs (Mit Zuschriften von: E. Kánya, und E. Kerkápoly) .....	61
<i>Nemesdy E.</i> : Wissenschaftliche Grundprobleme der Entwicklung des Straßenverkehrs (Mit Zuschriften von: I. Kozáry, B. Kaján, Z. Lévai, L. Mészáros-Komáromy und I. Tözsér).....	85
<i>Szabó, D.</i> : Einige Probleme des städtischen Verkehrs und der Urbanisation (Mit Zuschriften von: I. Perényi, A. Bényai, I. Szűcs und Gy. Prinz).....	107
<i>Fekete, Gy.</i> : Wissenschaftliche Grundlagen der Entwicklung des Wasserverkehrs (Mit Zuschriften von: I. Bárd, B. Balogh und K. Szesztay) .....	133
<i>Mészáros, K.</i> : Aufgaben zur Benutzung der wissenschaftlichen Ergebnisse der Forschungen über die Verkehrsentwicklung .....	163

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Чанади, Д.</i> : Принципы анализа научных основ новых направлений развития транспорта .....	3
<i>Турани, И.</i> : Новые направления развития транспорта, основывающиеся на естественном вознании и технических науках .....	9
<i>Чере, Б.</i> : Политэкономические основы направлений развития транспорта .....	37
<i>Редени, К.</i> : Научные проблемы развития железнодорожного транспорта .....	61
<i>Немешди, Э.</i> : Основные вопросы научного характера по развитию дорожного транспорта .....	85
<i>Сабо, Д.</i> : Некоторые вопросы городского транспорта и урбанизации .....	107
<i>Фекете, Д.</i> : Научные основы развития водного транспорта .....	133
<i>Месарош, К.</i> : Задачи по использованию достижений научных исследований в области развития транспорта .....	163







# MŰSZAKI TUDOMÁNY

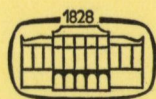
---

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTI: MAJOR MÁTÉ

42. KÖTET

3—4. SZÁM



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST 1970

MŰSZ. TUD.

# MŰSZAKI TUDOMÁNY

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK KÖZLEMÉNYEI

SZERKESZTŐ BIZOTTSÁG

BARTA ISTVÁN, BÖLCSKEI ELEMÉR, GESZTI O. PÁL,  
LÉVAI ANDRÁS

42. KÖTET 3—4. SZÁM

SZERKESZTŐSÉG: BUDAPEST V., MÜNNICH FERENC UTCA 7  
KIADÓHIVATAL: BUDAPEST V., ALKOTMÁNY UTCA 21

A *Műszaki Tudomány* változó terjedelmű füzetekben jelenik meg. Négy füzet alkot egy kötetet.

A kéziratok a következő címre küldendők:

Magyar Tudományos Akadémia  
Műszaki Tudomány  
Budapest V., Münnich Ferenc utca 7.

Ugyanerre a címre küldendő minden szerkesztőségi levelezés.

A közlésre el nem fogadott kéziratokat a szerkesztőség lehetőleg visszajuttatja a szerzőhöz, de felelősséget a beküldött kéziratok megőrzéséért vagy továbbításáért nem vállal.

A *Műszaki Tudomány* előfizetési ára kötetenként 60 forint. Belföldi megrendelések az Akadémiai Kiadó (Budapest V., Alkotmány utca 21.) Pénzforgalmi jelzőszám 215—11488, külföldi megrendelések a „Kultúra” Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat (Budapest I., Fő utca 32., Magyar Nemzeti Bank egyszámúszám: 43-790-057-181) útján eszközölhetők.

# PELIKÁN JÓZSEF

1913 – 1969

Szomorú dolog, ha az elődnek az utódról, a tanárnak a tanítvány elhunytáról kell megemlékeznie. Fájdalmas érzés tölti el e sorok íróját is, midőn PELIKÁN JÓZSEFRŐL emlékezik, hiszen benne kedves tanítványainak egyikét, tehetséges volt munkatársát vesztette el.

PELIKÁN JÓZSEF 1913 szeptember hó 1-én Budapesten született. Egyetemi tanulmányait a budapesti műegyetemen végezte, ahol 1940-ben építészmérnöki oklevelet, 1949-ben pedig műszaki doktori oklevelet szerzett. 1952-ben a *műszaki tudományok kandidátusa*, 1958-ban a *műszaki tudományok doktora* tudományos fokozatot nyerte el.

Már egyetemi hallgató korában kitűnt kiváló képességeivel, s az egyetem részéről több ízben jutalomdíjban részesült. Első tudományos dolgozata műszaki doktori értekezése volt, melyben a körhengerhéj problémájának ötletes újszerű megoldását dolgozta ki. Az általa alkalmazott megoldás a terhelés-függvényt Fourier-féle sor helyett háromtagú (nem ortogonális) trigonometriai polinommal helyettesíti. Az új megoldás nemcsak az egyenes, hanem az íves héjperemeken is lehetővé teszi kerületi feltételek teljesítését. Az addig ismert megoldások erre nem nyújtottak módot.

Tudományos munkásságának legjellegzetesebb terméke az általa *hártyaszerkezetnek* nevezett héjfajta kifejlesztése. E szerkezet típus elnevezése arra céloz, hogy a héj középfületének alakja a minden irányban azonos erővel feszített folyadékhártya alakjához hasonló. A hártyaszerkezet állandó értékű oldalerőt gyakorol a héj szélét befogó peremgerendára. Számítása a héj alakjának megállapításából áll: az eleve felvett oldalerőhöz meg kell határozni a héj középfületének alakját. Erre a célra célszerűen alkalmazható a héj alaprajzához hasonló alaprajzú hálószerű alakzaton elvégzett relaxációs számítás.

Értékes újítás az általa *mozgáshéjnak* nevezett héjfajta kifejlesztése is, mely változatos alakú térlefedések kialakítására alkalmas.

Fantáziájának gazdagságát tükrözi *Szerkezettervezés* című könyve. Ebben a magasépítési szerkezetek oly rendszerezését adja, mely a közölt kulcsszámok szerint bizonyos mértékű költségösszehasonlításra is alkalmas. E könyvből

igazi építészet, játszi ötletesség, a nagy vonalakban való alkotás öröme és művésze sugárzik az olvasó felé.

Mint tanár, hallgatóival szemben igényes volt. Előadásaiiban nem riadt vissza a tradicionális módszerektől eltérő újabb módszerek, új algoritmusok alkalmazásától. Szeme előtt az a jövő lebegett, melyben a magasépítési statikai számítások zömét gépeken fogják elvégezni. Erre a perspektivikus jövőre igyekezett hallgatóságát előkészíteni, bevezetést nyújtván a gépi számítás titkaiba.

Úgyanez a cél vezette *Statika* című kitűnő tankönyvének megírása alkalmával is. Könyve kéziratát közvetlenül halála előtt juttatta el a kiadóhoz. Benne merőben új módszerekkel vezet el az olvasót a statika törvényeinek megismeréséhez.

Új utakat törni kockázatos, nem könnyű dolog. Aki erre vállalkozik, annak lelkesnek és bizakodónak kell lennie. PELIKÁN JÓZSEF professzor valóban ilyen volt: lelkesen, bizakodva nézett a jövőbe, biztosan látta annak körvonalait. Rajongott a szakmájáért, fanatikusan szerette az ifjúságot. Ezért tudott súlyos betegsége ellenére maga is mindig fiatal maradni.

Nem vett tudomást az egészségét romboló súlyos kórról, élete utolsó napjáig lankadatlanul dolgozott és alkotott.

S ha visszatekintünk életművére, ötletekben gazdag tudományos munkásságára, egyetemi tankönyveinek és jegyzeteinek sokaságára, meg kell állapítanunk: munkássága sikeres, sokoldalú és maradandó értékű volt.

Ez a munkásság állít emléket nevének, melyre tisztelettel és szeretettel emlékeznek vissza tanítványai, barátai és kartársai, köztük e sorok írója is.

Csonka Pál

#### PELIKÁN JÓZSEF IRODALMI MUNKÁSSÁGA

1. A Cross-féle nyomatékosztási eljárás. A Horváth Ignác pályázaton díjnyertes dolgozat. 1940.
2. Hajlított körhengerhég teljes megoldása. Doktori értekezés, 1947.
3. Ábrázoló mértan. Egyetemi jegyzet, 1948, 1949.
4. Expanding Permanent Functions into Trigonometrical Series. *Műegyetemi Közlemények* 1 (1949), 19 lap.
5. Mennyiségtan. Egyetemi jegyzet, 1950.
6. Feszített és előregyártott héjszerkezetek. *Építés-Építészet* 2 (1950), 39–41.
7. Ábrázoló mértan. Egyetemi jegyzet, 1948, 1950, 1956 (Társszerző: BÁN Tibor).
8. A héjszerkezetek elterjedését gátló okok és azok kiküszöbölése. Az *MTA Műsz. Tud. Oszt. Közleményei* I (1951), 755–757. (Hozzászólás Mihailich Győző előadásához).
9. Fokozatosan közelítő számítási módszerek néhány alkalmazása tartószerkezetek tervezésénél. *Közoktatási Jegyzetellátó*, Budapest 1953, (Mérnöki Továbbképző Intézet: Ép. 5–7) 45 lap.
10. Tartószerkezetek I. és II. Egyetemi jegyzet, 1951–1958.
11. The Plastic Calculations of Moments on Continuous Reinforced Beams. *Acta Techn. Hung.* 15 (1956), 373–380.
12. Le calcul plastique des moments dans les poutres continues. *Béton Armé* 1 (1957), 2–5.
13. Membrane Structures. IASS Proceedings, Oslo 3 (1957), 229–231.
14. Theory of Highly Economical Reinforced Concrete Beams. *Acta Techn. Hung.* 17 (1957), 39–56.

15. Többtámaszú, nyílásonként egyenletesen megoszló teherrel terhelt vasbetontartók plasztikus nyomatékszámítása. *ÉKME Tud. Közl.* (1957), 345–350.
16. A többtámaszú vasbetontartók új elmélete. *ÉKME Tud. Közl.* 1 (1958), 275–284.
17. Héjszerkezetek és matematikájuk. Iparterv kiadványa Budapest 1956, 130 lap (Pelikán József előadásai során összeállította Czente Zoltán).
18. Membrane Structures with Free Edges. *Acta Techn. Hung.* 20 (1958), 275–295.
19. Hártvaszerkezetek és szabadszélű hártvaszerkezetek. Akadémiai doktori értekezés, kézirat 1958.
20. Szilárdságtan I. és II. Egyetemi jegyzet. 1959–1966. 181 lap.
21. Tartószervezetek. Egyetemi Tankönyv. Tankönyvkiadó, Budapest 1959, 1963; 172 lap.
22. Statika I. és II. Egyetemi jegyzet. 1959–1966. 124 lap.
23. Hártvaszerkezetek. Felsőoktatási Jegyzetellátó. Budapest 1959 (Mérnöki Továbbképző Intézet: 3718), 56 lap.
24. Héjszerkezetek számításának, formai kialakításának és építésének új útjai. *ÉKME Tud. Közl.* IX. köt. 5. sz. (1963), 13–25.
25. A szerkezettervezésről általában. *Magyar Építőipar* 12 (1964), 167–175.
26. Egységfüggvények alkalmazása. *ÉKME Tud. Közl.* 10 (1964), 69–74.
27. Form-Determination of Braced Domes. Int. Conf. on Space Structures, University of Surrey (1966).
28. On Structural Design and its Research. *Periodica Polytechnica* 4 (1968), 3–7.
29. Szerkezettervezés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1968, 171 lap.
30. Héjszerkezetek alakmeghatározási feladatai. A Nemzetközi Héjszerkezeti Egyesület Magyar Tagozatának Héjszerkezeti Kollokviuma. Budapest 1968, 163–171.
31. Structural Design Aspects in Monument Preservation. *Periodica Polytechnica* 4 (1968), 9–18. (Társ szerzők: Dr. Petrich G.-né, Simon Anikó).
32. Statika. Egyetemi tankönyv (kézirat), 1969.





# BESZÁMOLÓ A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK 1968. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL\*

BOGNÁR GÉZA

AKADÉMIKUS, OSZTÁLYTITKÁR

Ezekben a napokban a Magyar Tudományos Akadémia elnöksége és a tudományos osztályok számot adnak az elmúlt — 1968. évi — közgyűlés óta végzett munkáról, megemlítve azokat a főbb problémákat, amelyekkel az év folyamán találkoztunk és felvázolva azokat az elképzeléseket, amelyek segítségével tevékenységünk az eddiginél eredményesebbé tehető.

A Műszaki Tudományok Osztálya vezetőségének, az osztályülésnek, a szakcsoportoknak, valamint az osztályhoz tartozó intézeteknek, kutatóhelyeknek tevékenységéről az írásban megküldött beszámoló részletes tájékoztatást ad.\*\* Szóban csak az osztály szempontjából leglényegesebb kérdéseket említem meg, azokat, amelyek az 1968. évi közgyűlés óta eltelt időszakban az osztály életében fontos szerepet foglaltak el, és amelyek az osztály következő évi munkájára is jelentős befolyással lesznek.

Az Akadémia elnökségének beszámolójában és AJTAY miniszterelnök-helyettes felszólalásában utalás történt arról az országos méretű munkáról, amely a Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottságának kezdeményezésére indult meg *a hazai tudományos kutatómunka szervezetének és irányításának a továbbfejlesztése* érdekében. A felülvizsgálat munkájában osztályunk tagjai közül, valamint a Műszaki Tudományok Osztályához tartozó minősített szakemberek közül többen részt vettek.

A munka kiterjedt a Magyar Tudományos Akadémia helyzetének, szerepének, valamint működésének részletes elemzésére és vizsgálatára is. Megvitatásra kerültek mindazok a kutatással, illetve kutatásirányítással összefüggő problémák, amelyek a kutatómunka népgazdasági hatékonyságát befolyásolják.

E munka első fázisában megvizsgálásra került kutatási hálózatunk bázisa, struktúrája és káderállománya, továbbá a kutatások irányításának és

\* Elhangzott a Műszaki Tudományok Osztályának 1969. május 6-án tartott nyilvános osztályülésén.

\*\* Az írásos beszámolót a „Függelék” tartalmazza.

finanszírozásának módja és nemzetközi tudományos kapcsolataink kérdése. Az erről készült *jelentést* a Műszaki Tudományok Osztálya osztályülés keretében megvitatta. A jelentés megállapítja, hogy a felszabadulás óta jelentős tudományos bázis épült ki hazánkban.

A *kutatási bázis fejlesztésének* (a kutatóhelyek számának és a kutatás területén foglalkoztatott létszámnak) extenzív, gyors mennyiségi növekedéssel jellemezhető szakasza lezárult és a minőségi fejlesztés kerül minden vonatkozásban előtérbe. A kiépült kutatóbázist — országunk igényeinek és lehetőségeinek megfelelően — jövőbeni fejlesztéssel minél eredményesebb kutatásra kell képessé tenni.

A *tudományos kádereképzés* vonatkozásában felveti a jelentős műszaki alkotások tudományos fokozattal való elismerésének kérdését.

A *nemzetközi kapcsolatok* vonatkozásában kiemeli a szocialista országok közötti tudományos együttműködés formáinak továbbfejlesztését és hatékonyságának növelését. A kapitalista országokkal való nemzetközi tudományos kapcsolatok formája a szabadalmak, valamint a gyártási eljárások vétele és eladása, amelyek fokozása kívánatos.

A *tudományos kutatások irányítása* vonatkozásában fontosnak tartja az országos, kormány szinten kiemelő kutatási célprogramoknak a kidolgozását, amelyek megvalósítására kell kutatóhálózatunk tevékenységét koncentrálni.

A *kutatások finanszírozásával* kapcsolatban megállapítja, hogy a széles körben bevezetett kutatási szerződések rendszerével szerzett tapasztalatok kedvezők. Indokoltnak tartja a jelenleg költségvetésből gazdálkodó természet-tudományi és műszaki intézményeknek szerződések útján, konkrét gazdasági célú kutatásokba a jelenlegi csekély arányoknál intenzívebb bekapcsolódását.

Megállapítást tesz arra vonatkozólag, hogy az *Akadémia* jelenlegi (lényegében hagyományos) *szervezete* nem felel meg a kettős kutatásirányítási és tudományos testületi feladatoknak, ezért szervezeti felépítésén lényeges módosításra van szükség.

A továbbiakban megadja a helyzet elemzése alapján készítendő *javaslatok* fő irányait, a kutatások felső szintű állami irányítására, a Magyar Tudományos Akadémia szervezetének reformjára, az akadémiai kutatóhelyeken a konkrét gazdasági célra irányuló kutatások növelésére és a kutatási eszközök beszerzésének megkönnyítésére vonatkozóan. *Irányelveket* tartalmaz továbbá a kutatási bázis fejlesztésére, a kutatói káderalomány fejlesztésére, a tudományos minősítési rendszer javítására és a nemzetközi kapcsolatok fokozására vonatkozóan. A Műszaki Tudományok Osztályának feladata, hogy a megadott irányelveknek megfelelően irányítsa kutatóbázisának tevékenységét, bizottságainak munkáját és a tudományos káderek képzését, illetve minősítését.

A vizsgálat folyamán nagy súllyal került előtérbe a *kutatás hatékonyságának* a kérdése. Népgazdasági szempontból akkor hatékony a kutatás, ha elő-

segíti konkrét népgazdasági célok elérését. Hatékony lehet a kutatás abban a vonatkozásban is, hogy új felfedezésekkel gazdagítja a világ tudományos ismereteit.

Az utóbbi szempont, bármennyire is fontos, igen kevés lehetőséget ad számunkra. Magyarország kutatási ráfordításai a világ kutatási ráfordításainak 1–2 ezrelékét teszik ki, pedig a korszerű, rendkívül nagymértékben eszközigényes kutatás eredményessége függ a ráfordításoktól. Ennek ellenére törekednünk kell arra, hogy azokon a szűkebb tudományterületeken, ahol kiemelkedő tudományos kutatók körül iskolák alakulnak ki és nemzetközi viszonylatban is jelentős eredményeket érnek el, anyagi lehetőségeinkhez képest megfelelő támogatást adjunk.

A *nemzetközileg új eredmények megütésénél* figyelembe kell venni azt a körülményt, hogy lényegesen könnyebb új eredményt elérni azokon a területeken, amelyek kívül esnek a nemzetközi tudományos kutatás fő irányain. Ez azzal a veszéllyel jár, hogy publikációs lehetőségeink bővítése érdekében kutatási tevékenységünk periferiális területekre szorul, olyan periferiális területekre, amelyekre a vezető ipari országok nem tartják érdemesnek a befektetést. Ebben a vonatkozásban meg kell találni a módját annak, hogy a nemzetközi kutatási fő irányokba eső tevékenység is megfelelő anyagi és erkölcsi elismerésben részesüljön.

Az *akadémiai és egyetemi kutatásnak* a népgazdasági célok elérését elősegítő *ipari kutatással való kapcsolata* tartalmi vonatkozásban nem kielégítő. E kapcsolat korlátozódik azokra a rutinvizsgálatokra és tervezési feladatokra, amelyeket az akadémiai és tanszéki kutatóhelyek műszerkészlete és felkészültsége lehetővé tesz. Korlátozódik arra, hogy a kutatás során kifejlesztett mérőműszereket és mérési eljárásokat igyekezzenek az iparnak átadni. Ez a törekvés, minthogy az ipar igényei és a kutatás során kifejlesztett műszerek, illetve mérési eljárások nincsenek összhangban egymással, igen kevés eredménnyel jár. A kutatás hatékonyságának érdekében törekedni kell az ipar és a kutatás összhangjára. Figyelembe kell venni azonban azt a tényt, hogy az összhang nem minden esetben érhető el. Fejletlen ipar és magas színvonalú kutatás között olyan ellentmondás lép fel, amely csak néhány esetben, megfelelő feltételek mellett oldható fel. Kevésbé fejlett iparnak elsősorban nem világviszonylatban új tudományos eredményekre van szüksége, hanem már ismert, alkalmazott és bevált technológiák, gépek és eszközök alkalmazására. Ha ezekre megfelelő anyagi eszközök, lehetőségek rendelkezésre állnak nemzetközi viszonylatban, törekedni kell ezek átvételére.

A *hazai kutatást* olyan területekre kell koncentrálni, ahol a hazai kutatás eredményessége várható. Ez lehetséges olyan esetben, amikor valamely termelési ág fejlettsége kielégítő mértékű és termékei a világpiacon is megállják a helyüket; egyben hazailag rendelkezünk korszerűen felszerelt kutatási szervezetekkel és olyan kutató személyzettel, amely hosszú évtizedes tapasztala-

tokkal rendelkezik és képes a továbbfejlődéshez szükséges ismereteket kellő minőségben és mennyiségben biztosítani.

Eredményes kutatás ott is kialakulhat, ahol valamely termelési ág fejlődése világméretben és hazailag is igen gyors, fejlesztéséhez sok szellemi erőfeszítés szükséges és termékválasztéka mozgékony vagy különleges körülmények indokolják hazai művelését. A kutatás népgazdasági hatékonysága csak akkor biztosítható, ha a kutatás célkitűzései népgazdasági, ágazati, illetőleg vállalati programok megvalósításához kapcsolódnak. A *kutatási célprogramoknak* a népgazdasági célprogramok azon részeihez kell csatlakozniuk, ahol az előbb említett módon a kutatás eredményessége várható.

A jelenlegi időszakban a különböző népgazdasági és társadalmi területeken kirajzolódnak azok a *fő tudományos témák*, amelyek részben a nemzetközi érdeklődés homlokterében vannak, részben a hazai ipari fejlődés szempontjából elsőrendűek. Ilyen fő irányok pl. műszaki vonatkozásban

a technológiai eljárások fejlesztése (ezek: a mérettűrések csökkentése; a nyomások, hőmérsékletek emelése; az anyagok tisztaságának javítása stb.);

a számítástechnika, az információfeldolgozás, a rendszertechnika és az automatizálás összefonódó területei;

az új összetételű és minőségű anyagok (szerkezeti és vegyi anyagok) előállításai;

az energetika új irányai.

Mind egyik területen világos, hogy a feladatokat csak hazai erőből megoldani nem lehet, és ugyanúgy lehetetlen a kutatási eredmények pusztán átvétele hazai bázis nélkül. A kooperációnak, integrációnak, licencia vásárlásnak, technológiai importnak és a hazai kutatásnak az optimális arányait és kapcsolatait mindig az adott témában az adott nemzetközi lehetőségek és gazdasági megfontolások alapján lehet csak eldönteni.

A Műszaki Tudományok Osztálya intézeteinek és kutatóhelyeinek eddig kialakított profilja nagymértékben megfelel a vázolt fő irányoknak. A számítástechnika, információfeldolgozás, rendszertechnika és automatizálás összefonódó területeinek kutatása jelentős súllyal szerepel a *Magyar Tudományos Akadémia Automatizálási Kutató Intézetének* programjában. Úgyszintén jelentős súllyal szerepel a *Műszaki Fizikai Kutató Intézet* programjában az új összetételű és minőségű anyagok előállításának kutatása, a korszerű félvezető eszközök létrehozása szempontjából.

Ugyancsak *munkaközösségi témaként* szerepel „Az energetika új irányai” keretében a magnetohidrodinamikával kapcsolatos kutatás, a hőenergiának közvetlenül villamos energiává való átalakítása.

Foglalkozni kell az *ipari műszaki kutatások helyzetének* az új gazdaságirányítási rendszerben való rendezésével annak érdekében, hogy az akadémiai és ipari műszaki kutatások szoros kapcsolatát biztosíthassuk.

A műszaki kutatásokkal kapcsolatos feladatokat rendező párt és kor-

mányhatározatok, valamint az ezen alapuló rendeletek a Politikai Bizottság 1966. február 1-i határozatában lefektetett alapelvekből indultak ki. Ezeknek az alapelveknek megfelelően a *műszaki kutatások helyzetének* az új gazdaság-irányítási rendszerben való *rendezése* a következő fő célkitűzéseket vette alapul:

A *műszaki kutatások koordinációjának, finanszírozásának és végrehajtásának* olyan rendszerét kellett kidolgozni, amely

biztosítja az összhangot a társadalmi, népgazdasági szükségletek és a műszaki kutatások között mind vállalati, mind felsőbb szinten;

a megfelelő szinteken és mélységben biztosítja a műszaki kutatások koordinációját;

biztosítja a kutatások ésszerű koncentrálását;

elősegíti a műszaki kutatások hatékonyságának növelését azzal, hogy az ezt megalapozó és kiegészítő más tudományos kutatásokat végző intézmények e feladatok megoldásába bekapcsolódjanak.

Alapvető *célkitűzésként* szerepel a rendszer kidolgozásánál az is, hogy a hazai műszaki kutatások gazdasági és egyéb szempontok figyelembevételével — a szükséges és helyes mértékben kapcsolódjanak be a nemzetközi műszaki kutatások munkamegosztásába.

A rendszer *fő vonásai* a következők:

a) A jelenlegi gazdaságirányítási rendszerben a műszaki fejlesztési döntések túlnyomó része a vállalatoknál van és ezeknek rendelkezésére állnak megfelelő anyagi eszközök, amelyekkel a szükséges műszaki ismereteket akár belföldről saját kutatással és fejlesztéssel, illetve kutatóintézeteknél való rendelésekkel, akár külföldről, licencia, illetve know-how vásárlással megszerezhetik.

b) A hosszútávú műszaki kutatási-fejlesztési kérdések ritkán dönthetők el vállalati szinten a szükséges ismeretek és információk, a túl nagy kockázat-vállalás anyagi fedezete és nem utolsósorban a vállalatok hosszútávú anyagi érdekeltisége hiányában. Ezért ezek a döntések állami irányító szervekre hárulnak. Részükre a műszaki fejlesztési hozzájárulásból anyagi fedezet is rendelkezésre áll.

c) A jelentős műszaki kutatások koncentrált és hatékony elvégzése céljából az *Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság* és a tárca népgazdasági, valamint ágazati célprogramokat dolgoznak ki. Ezeket a korszerű kutatás-szervezés eszközeinek felhasználásával hajtják végre a programba célszerűen bevonható kutatóintézetekkel, vállalati és egyéb kutatóhelyekkel.

d) A hosszútávú műszaki kutatási terv alapját elsősorban a kutatási célprogramok adják. A célprogramokra vonatkozó döntés az illetékes állami irányító szerveknél van, de a kezdeményezés maga nemcsak az irányító szervektől, hanem vállalatoktól, kutatóintézetektől is egyaránt kiindulhat.

e) Mindazokat a műszaki (tudományos) ismereteket, amelyek külföldről előnyösebben szerezhetők meg, mint hazai kutatásból, elsősorban külföldről

kell beszerezni, kivéve, ha ez különleges (pl. hadiipari) érdekek miatt nem volna célszerű vagy lehetséges.

A műszaki kutatási munkák koordinációs rendszere az eddigi tapasztalatok szerint általában megfelel azoknak a célkitűzéseknek, amelyek megvalósítására létrehozták. Néhány fontos részletkérdés tekintetében azonban a rendszer további javítására van szükség.

Az elmondottaknak megfelelően az ipari kutatóintézetek finanszírozása *vállalati szerződések* útján a vállalatokon keresztül, *ágazati célprogramra* a főhatósággal kötött szerződés alapján a minisztérium útján, *országos célprogramra* az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal kötött szerződés alapján az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságon keresztül történik.

Az akadémiai és a többi, költségvetésből finanszírozott kutatóintézetnél a kutatás népgazdasági hatékonyságának emelése érdekében indokolt áttérni elsősorban a műszaki kutatások vonalán a *feladatfinanszírozás* rendszerére. A feladatfinanszírozás rendszerét a kutatómunka sajátosságainak figyelembevételével kell kialakítani. Lehetséges olyan eset, amelyben az elérendő cél pontos megfogalmazása és a kutatáshoz szükséges idő nem határozható meg. Ebben az esetben a követendő kutatási irány várható eredményességének és népgazdasági hasznosításának figyelembevételével a megadott kutatási irány követése tekinthető a feladat finanszírozása alapjának. Olyan esetben, amikor a megoldandó probléma meghatározható, de nem határozható meg a probléma megoldásához szükséges idő, a probléma képezheti a feladat finanszírozásának alapját. Végül abban az esetben, ha a kidolgozandó téma végeredménye és a kidolgozáshoz szükséges idő megadható, a feladatfinanszírozás a vállalati szerződéshez hasonló módon történhet.

Az előbbieken vázolt módon a költségvetésből gazdálkodó kutatóintézetek *irányítása* a finanszírozáson keresztül történik. Az irányítás alapfeltétele az, hogy az irányítást gyakorló főhatóság rendelkezék a népgazdasági célkitűzésekkel összehangolt koncepcióval. A kutatóhely a koncepció ismeretében javaslatot dolgoz ki a követendő kutatási irányra, megoldandó problémára vagy kidolgozandó témára, megadva a kutatómunka volumenét. A közvetlen irányítószerv — opponensek véleményére támaszkodva — megvizsgálja a kutatóhely javaslatát abból a szempontból, hogy milyen mértékben segíti elő a koncepció megvalósítását, és milyen mértékben illeszthető az be a rendelkezésre álló anyagi keretekbe, ennek alapján pedig dönt a finanszírozásról.

A *kutatási irányok kitűzése*, a megoldandó problémák felvetése és a kidolgozandó témák meghatározása nemcsak a műszaki tudományok területén, hanem értelemszerűen a mezőgazdasági tudományok és a természettudományok területén is lehetséges. Véleményem szerint a népgazdasági célok megvalósításának hatékony alátámasztása érdekében ezeken a területeken is be kell vezetni a feladatfinanszírozás rendszerét. Azt az éles elhatárolást, amely

az alap, alkalmazott és fejlesztési kutatások között jelenleg fennáll, fel kell oldani és biztosítani kell a különböző kutatási szintek összhangját.

Fontos kérdés az akadémiai kutatóintézetek és az ipar, illetve ipari kutatóintézetek közötti kapcsolat szorosabbá tétele. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság segítségével az elmúlt években *az osztályhoz tartozó kutatóintézetek ipari kapcsolatai jelentősen fejlődtek*. Az Automatizálási Kutató Intézetnek az iparral való kapcsolata jó, az intézet kutatói a magas színvonalú tudományos szakképzettséget igénylő népgazdasági feladatok megoldásában tevékenyen és eredményesen működnek közre. A Műszaki Fizikai Kutató Intézet ipari kapcsolatai az 1968. évet tekintve még elmaradnak az Automatizálási Kutató Intézet mögött, de 1969-ben az intézet vezetősége már jelentős kezdeményezést tett, illetve tesz az ipari kapcsolatának szorosabbá tételére.

Itt kell szóvá tenni *a kutatók anyagi érdekeltségének* kérdését. A jelenleg érvényes előírások szerint a szerződéses munkából befolyt összegből a kutatóintézet béralapja 10%-ának megfelelő rész fordítható az intézet dolgozóinak jutalmazására. Ezt az intézetek vezetői, beosztottjai keveslik. Vannak olyan vélemények is, amelyek a korlátozás teljes megszüntetését javasolják.

Fel kell azonban hívni a figyelmet egy alapvető különbségre, amely az ipari kutatóintézetek és az akadémiai kutatóintézetek között fennáll. Az ipari kutatóintézet szerződéses munka vállalásával tartja el magát és egyéb forrásból nem kap támogatást, az akadémiai kutatóintézetek számára viszont a működéshez, valamint a kutatók bérezéséhez szükséges összegeket az Akadémia költségvetésileg biztosítja. Tehát nem helyeselhető az a törekvés, hogy a szerződéses munkákból befolyó nettó jövedelem teljes egészében az akadémiai intézet munkatársai között kerüljön szétosztásra.

Az akadémiai kutatóintézetekben folyó alapkutatások jellegéből következik, hogy azok eredményessége éves időszakban nehezen mérhető fel, ezért szükséges olyan feltételeket teremteni, amelyek megakadályozzák, hogy a költségvetésileg finanszírozott kutatási témák művelése háttérbe szoruljon.

A Műszaki Tudományok Osztályához tartozó egyetemi kutatóhelyeken ma 156 fő dolgozik. Nem jelentéktelen ez a tudományos bázis, amely elé ha jól körvonalazott feladatokat tűzünk, és azok végrehajtását az eddiginél hatékonyabban segítjük, illetve ellenőrizzük, akkor a népgazdaság számára jelentős eredmények elérésére képes.

Ismeretes, hogy az *Automatizálási Kutató Intézet*, amely 302 főt foglalkoztat, a felfejlődés időszakában kettős irányítás alatt állott. Az intézet felépítése és felszerelése után megszűnt az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság gazdasági irányítása, és 1969. január 1-vel az intézet a Műszaki Tudományok Osztályához került. Az átállással kapcsolatos problémák megoldódtak és a két főhatóság irányítási módszeréből következő különbségek nem okoznak nehézséget.

A *Műszaki Fizikai Kutató Intézet*, amelynek összlétszáma 239 fő, az elmúlt két-három évben jelentős kutatási irányváltáson ment keresztül és ma

már a népgazdasági igényekhez szorosan kapcsolódó problémakörre, a félévezető-kutatásokra helyezi a fő súlyt. Ezt a tényt állapította meg az a felülvizsgáló bizottság, amelyet az Akadémia elnöksége küldött ki a viszonylag hosszabb ideje működő akadémiai kutatóintézet felülvizsgálatára.

A Műszaki Tudományok Osztályához tartozó egyéb tudományterületeken, a kutatások egyetemi tanszékeken, *munkaközösségek* keretében folynak. Az általunk támogatott és közvetlenül irányított 39 tanszék 8 munkaközösségbe szervezve dolgozik. Az osztály a munkaközösségek számára megadja azt a támogatást, amely a tanszéki adottságoknak megfelelő keretek közötti kutatáshoz szükséges. Az egyetemi tanszékeken folyó kutatómunka hatékonyságát javítani lehetne, ha mód nyílnék arra, hogy az akadémiai kutatómunkában közreműködő egyetemi oktatók a kutatómunkában való részvételükért anyagi elismerésben is részesüljenek.

A *további fejlesztési igények* ezen a területen is általában nagyobbak, mint az osztály lehetőségei, ezért a továbbiakban is az anyagi eszközök koncentrálására törekszünk. Enn ekmegfelelően az automatizálás- és a félévezető-kutatás támogatása mellett a mechanikai kutatások támogatására teszünk jelentős erőfeszítéseket. Az elmúlt közgyűlés óta az Akadémia elnöksége két ízben is foglalkozott a *műszaki mechanika* helyzetével és fontosnak ítélte ennek az ágazatnak az akadémiai fejlesztését. Egyetértett a műszaki mechanikai intézet létesítésével. Állást foglalt abban, hogy e tudományterületet a Műszaki Mechanikai Tanszéki Munkaközösség keretében kell fejleszteni, valamint a Miskolci Műszaki Egyetemen is létre kell hozni egy akadémiai kutatóbázist.

A miskolci műszaki mechanikai kutatócsoport a várható lehetőségeinek figyelembevételével a következő néhány év alatt felfejleszhető. A kutatócsoport munkája szempontjából célszerűbbnek látszik a Mechanikai Tanszékot a Nehézipérszeti Munkaközösségtől különválasztani és gazdaságilag közvetlenül támogatni. Tudományos tervének felülvizsgálata és koordinálása céljából pedig a Budapesti Műszaki Egyetemen működő Műszaki Mechanikai Tanszéki Munkaközösséggel indokolt szervezettebb kapcsolatot kialakítani.

Az elnökségi határozat előírja, hogy dolgozzuk ki a műszaki mechanikai tudományterület Akadémián belüli fejlesztésének módozatait és a Mechanikai Kutató Intézet létesítésének előkészítése érdekében hozunk létre intézőbizottságot, amelynek feladata a szükséges szervezeti intézkedések kidolgozása, a főbb tudományos célkitűzések megjelölése, a káderek előzetes kiválasztása és a káderek neveléséről való gondoskodás.

Ismeretes, hogy Budapesten, a Budaörsi úton *kutatótelep létesül*, ahol mintegy 900 m<sup>2</sup> területű laboratóriumi és kutatóhelyiség áll a műszaki mechanikai kutatások rendelkezésére. Ez a kutatók már ma jelentkező élhelyezési problémáját huzamosabb időre enyhíteni fogja.

A tudományirányítás eddigi rendszerének változtatására vonatkozó javaslatok érintik a Magyar Tudományos Akadémia szervezetét is. A testületi



és a szakigazgatási funkcióknak a jelenlegi formában való fenntartása ma már nem szolgálja a kutatás érdekét. Mind az intézetek igazgatásában, mind főhatósági irányításában az egyszemélyi döntésnek és felelősségnek az eddiginél hatékonyabban kell érvényesülnie. Ez azonban nem jelenti azt, hogy az osztályhoz tartozó tudományos bizottságok munkája, feladata csökkenne. A tudományos bizottságok továbbra is fontos szerepet kapnak a szakterület tudományos, illetve tudománypolitikai kérdéseinek a véleményezésében és az országban különböző helyeken végzett kutatások koordinálásában.

*Bizottságainkat* az elmúlt közgyűlés után tudományáganként szerveztük újjá. Ez a törekvésünk egészében helyesnek bizonyult, de a tudományágankénti bizottság-szervezéssel az egyes bizottságok területét túlságosan leszűkítettük oly módon, hogy egy kisebb kutatóhely olykor 3-4 bizottság érdeklődési területéhez is tartozik. Mindez azt mutatja, hogy a következő közgyűlésig felül kell vizsgálnunk a bizottságok jelenlegi rendszerét és ahol szükséges, megfelelő összevonásokat kell végeznünk.

Szóbeli beszámolómnak végéhez értem. Szeretnék őszinte köszönetet mondani mindazoknak, akik az elmúlt időszakban az osztály munkájában tevékenyen részt vettek és azt segítették.

## FÜGGELÉK

### AZ OSZTÁLYTITKÁRI BESZÁMOLÓHOZ

Az osztály beszámolója az előző — 1968. évi — közgyűlés óta eltelt időszakot foglalja magában, és képet kíván adni egyfelől az osztályvezetőség, az osztályülés és az akadémikus szakcsoportok tevékenységéről, másfelől az osztályhoz tartozó kutatóhelyek munkájáról és az újjászervezett akadémiai bizottságok eddigi működéséről. Mindezek mellett a beszámoló részletes tájékoztatást ad az osztály rendezvényeiről, nemzetközi kapcsolatairól, továbbá könyv- és folyóiratkiadási tevékenységéről is.

Az elmúlt időszakban az osztály elsődleges feladatának tekintette, hogy a gazdaságirányítás új rendjének az osztály felügyelete alatt folyó kutatásokra gyakorolt hatását figyelemmel kíséresse, és tapasztalatokat gyűjtsön a hároméves kutatási tervperiódus lezárásával a kutatóhelyi tervezési rendszer eredményeiről.

Az osztály egyes tagjai és egy munkatársa révén tevékenyen részt vett abban a munkában, amelyet az MSZMP Központi Bizottsága indított el a hazai tudományos kutatások helyzetének és problémáinak felmérésére.

Az osztály nagyra értékeli azt az eseményt, hogy dr. AJTAI MIKLÓS, a Minisztertanács elnökhelyettese 1968. december 11-én meglátogatta az osztály legjelentékenyebb kutatóhelyét, az Automatizálási Kutató Intézetet, tájékozódott az ott folyó tudományos kutatómunka felől, és hasznos útmutatásokat adott a további teendőkre. A látogatáson KISS ÁRPÁD, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnöke is részt vett.

### Az osztályvezetőség munkája

Az osztályvezetőség az elmúlt közgyűlés óta öt ülést tartott. Tevékenységét a közgyűlési határozatokból az osztályra háruló feladatok szabták meg.

Az osztályvezetőség az elmúlt időszakban is fontos feladatának tekintette, hogy az automatika és szilárdtestfizika mellett az osztály harmadik tudományterületének, a műszaki mechanikának a fejlesztését napirenden tartsa. Ennek érdekében a műszaki mechanika helyzetéről és fejlesztésének módjairól részletes tanulmányt, majd egy ezt kiegészítő jelentést terjesztett az Elnökség elé, a kutatóintézet létesítésével és telepítésével kapcsolatos kérdésekről. Az Akadémia elnöksége két alkalommal foglalkozott a műszaki mechanika helyzetével. Fontosnak ítélte a tudományterület fejlesztését és ennek érdekében felhívta az osztályt, hogy a Műszaki Mechanikai Tanszéki Munkaközösség fejlesztésére, valamint egy kellő súlyú és hatékonyságú miskolci kutatórészleg létesítésére a szükséges intézkedéseket tegye meg, és alkalmas időben hozzon létre intézőbizottságot a Műszaki Mechanikai Kutató Intézet létesítésének előkészítésére. Az Elnökség határozatai újabb előrehaladást jelentenek a műszaki mechanikai kutatások fejlesztése területén.

Ismeretes, hogy az 1964. évi közgyűlés által kiemelt 8 országos fontosságú kutatási téma közül az „Automatikai kutatások, továbbá a kibernetika és alkalmazásának fejlesztése” c. téma az osztály felügyelete alá tartozik. Műszaki Fizikai Kutató Intézete révén pedig jelentékeny részt vállal az osztály egy másik kiemelt téma, a „Szilárdtestfizikai kutatások” területén folyó kutatómunkákban is.

Az első helyen említett kiemelt téma akadémiai kutatásai az Automatikai Kutató Intézetben folynak. E kutatások helyzete — az előkészítés időszakán túljutva — az elmúlt időszakban gyökeresen megváltozott. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság segítségnyújtásának, a különböző kutató, fejlesztő és felhasználó csoportok aktivitásának, valamint az akadémiai szervek munkájának eredményeképpen összehangolt automatizálási és számítástechnikai célprogram alakult ki, amelynek eredményeképpen hazánk is részesévé válik az automatika és számítástechnika területén kialakuló általános nemzetközi fejlesztési együttműködésnek.

A „szilárdtestfizikai kutatások” vonatkozásában a Műszaki Fizikai Kutató Intézet erőit főleg a félvezető anyagokkal kapcsolatos kutatásokra koncentráltta, de érdemleges munkát végzett és nemzetközileg is elismert eredményeket ért el a vékonyrétegek kutatása, a volframmal kapcsolatos vizsgálatok és az elektronemisszió tanulmányozása terén. Nagy súlyt helyezett az elért eredményeknek az iparban való hasznosítására is.

Az osztályvezetőség megállapítása szerint egyes kutatóhelyeknél már érezhető az új gazdaságirányítási rendszer kedvező hatása, azáltal, hogy a gazdálkodás merevebb formái bizonyos mértékben szabadabbá váltak. A fő-

hivatású kutatóhelyeknél ez elsősorban a szerződéses munkák vállalási lehetőségének kiterjesztésében nyilvánult meg. Az osztályhoz tartozó intézetek éltek is ezzel a lehetőséggel, amely mind az intézetfejlesztés, mind a kutatók anyagi érdekei szempontjából kedvező. Úgyszintén előnyös a létszámkötöttségek feloldása is, amely szabadabbá teszi a bérigazgatást azáltal, hogy a létszámkeret irányszám, és csak az éves béralap betartása kötelező. Számos további előny származik még a gazdaságirányítás új rendjének a bevezetéséből, pl. a költségrovatok megkötöttségének a megszüntetéséből, a fel nem használt pénzeszegeknek a következő évre való átviteli, vagy az elfekvő eszközök és anyagok értékesítési lehetőségéből, hogy csak néhányat említsünk.

Az osztályvezetőség egyik lényeges feladata volt a hároméves kutatási tervperiódus beszámoló jelentéseinek, valamint az új hároméves terveknek a véleményezése. Ez alkalmat adott arra, hogy az osztály felülvizsgálja a kutatóhelyek tudományos munkáinak fő irányait, arányait, jellegét és döntő súllyal azoknak a problémaköröknek a kutatását helyezze előtérbe az új kutatási tervekben, amelyek mind tudományos szempontból, mind a népgazdaság-fejlesztési koncepciók szempontjából jelentős fontosságúak. A beszámoló jelentések felülvizsgálata azt mutatta, hogy az osztály kutatóhelyei eleget tettek a tervekben vállalt kötelezettségeiknek és számos esetben kiemelkedő, nemzetközi vonatkozásban is figyelemre méltó eredményeket értek el. E helyen külön is ki kell emelni azt a körülményt, hogy az osztály a felügyelete alá tartozó kutatóhelyeken kívül a Művelődésügyi Minisztérium által támogatott egyetemi kutatóhelyek beszámoló jelentését és új hároméves tervét is véleményezte. Ezzel egyrészt érvényesült az Akadémia elvi-módszertani befolyása az Akadémián kívül folyó alapkutatásokra, másrészt alkalom kínálkozott a kutatások egyetemen belüli koordinálására.

Az osztályvezetőség a szakcsoportok és a tudományos bizottságok útján tovább folytatta a tudományágazatok hazai és nemzetközi helyzetképeinek kidolgozását. Az automatikai és energetikai tudományok területén két, a gépészeti és kohászati tudományok területén négy, a híradástechnikai tudományok területén két, a mérnöki, építészeti és közlekedési tudományok területén pedig két tudományos helyzetkép készült. E helyzetképek, amelyeknek a tárgya a bizottságok munkájának az ismertetésénél megtalálható és nagyjából az osztályközleményekben publikálásra is kerülnek, elősegítették a következő hároméves tervperiódus kutatási terveinek véleményezését és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságnál folyó koncepciók kidolgozását.

A közgyűlés határozatainak megfelelően a kutatóhelyeknek a nagyobb műszerekről műszerkatasztert kellett készíteniük, valamint meg kellett vizsgálniuk, hogy az intézet által szerzett műszerek kezeléséhez, illetve üzemben tartásához szükséges szakembergárda rendelkezésre áll-e. Az osztályvezetőség lefektette a műszerkataszter kidolgozásának irányelveit, és ezeket a kutatóhelyek rendelkezésére bocsátotta. A kataszter elkészült és a beérkezett rend-

kívül nagy mennyiségű anyag feldolgozása, illetve értékelése folyamatban van. E munka lezárása után az osztályvezetőség megteszi intézkedéseit a műszerpark jobb kihasználására. Annyi azonban már most is megállapítható, hogy a beszerzés elhúzódása lényegesen sietteti a műszerek erkölcsi avulását.

A magas színvonalú kutatógárda kialakítása és a kádernevelés, illetve káderutánpótlás érdekében az 1968. évi közgyűlés határozata szerint törekedni kell arra, hogy az akadémiai intézetek nagyobb mértékben és aktívabban vegyenek részt szakemberek más intézmények részére való színvonalas tudományos továbbképzésében. A határozat alapján az osztályvezetőség megvizsgálta, hogy az osztályhoz tartozó kutatóhelyek milyen módon tudnának részt venni az Akadémián kívüli, egyetemet végzett szakemberek 1–3 éves időtartamú tudományos továbbképzésében a szűkebb szakterület, a létszámkeret és a szükséges költségtérítés felméréseivel. A tájékoztató jellegű vizsgálat azt mutatta, hogy a külső szakemberek tudományos továbbképzése, illetve a felsőoktatás és kutatómunka kapcsolata terén már eddig is történtek lépések az Automatizálási Kutató Intézetnél. A továbbképzés kiterjesztésére mind az intézetek, mind a tanszéki kutatóhelyek vonatkozásában eléggé kedvező lehetőségek kínálkoznak. Ezzel kapcsolatban nehézségként jelentkezik az a körülmény, hogy a tanszékek begyakorlott oktatóikat nem szívesen cserélik fel és bérezési feszültségek is jelentkeznek; hasonlóképpen az ipari kutatóintézetek nem válnak meg szívesen begyakorlott kutatóiktól, ahol szintén bérezési problémák adódnak. Az osztályvezetőség megítélése szerint a kölcsönös továbbképzés legeredményesebb formája az a munkaközösségi és ipari kutatóintézeti gyakorlat, amelynek eredményeként az évek során egyes kutatók oktatói munkakörbe mentek át, illetve oktatók váltak kutatókká. Az osztályvezetőség napirenden tartja a kérdést, és ennek megvalósítására a továbbképzési lehetőségek mérlegelésével intézkedéseket fog tenni.

A káderfejlesztés egy másik égető kérdése az aspiránsképzés helyzete egyes tudományterületeken és a tudományos fokozatok elnyerése az ipari alkotó tevékenységet folytató szakemberek részére. Az aspiránsképzés helyzete különösen a kohászati és híradástechnikai tudományterületeken aggasztó. Itt csak az aspiránstémák helyes megválasztásával és több aspiráns felvételével lehet javítani a helyzeten. A tudományos fokozatok elnyerése az iparban dolgozó szakemberek részére nehézségekkel jár, mert a tudományos munka és az ipari alkotó tevékenység közötti kapcsolat kritériuma a műszaki tudományok területén mai napig sem egyértelmű és megoldott. A Mérnöki, Építészeti és Közlekedési Tudományok Szakcsoportja részletes előterjesztést tett az alkotó munka tudományos értelmezésére és a minősítési eljárás lefolytatására. A Tudományos Minősítő Bizottság foglalkozik e kérdéssel, de végleges állásfoglalás még nem történt.

Az osztályvezetőség tovább folytatta az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal, az ipari főhatóságokkal, valamint a Műszaki és Természettudo-

mányi Egyesületek Szövetségével fennálló kapcsolatainak kiépítését. Őszintén meg kell mondani, hogy az elért eredményekkel nem lehetünk megelégedve. A kapcsolatok még ma is túlnyomórészt személyi jellegűek és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottságnál a koncepciók tudományos véleményezésére, az ipari főhatóságoknál célprogramok híralatára, a tudományos egyesületeknél pedig közös rendezvényekre, illetve néhány egyesületi munkaterv megvitatására korlátozódnak. Az ipari főhatóságok vonatkozásában az osztály együttműködési szerződésekben látja a kapcsolatok eredményes továbbfejlesztésének lehetőségét. Új gondolatként vetődött fel az ipari főhatóságok mellett az érdekelt külkereskedelmi vállalatok bevonása a kutatások támogatásába.

### Az osztályülés és a szakcsoportok munkája

Az elmúlt időszakban tartott három *osztályülés* figyelmét a hazai tudományos kutatások helyzetére vonatkozó pártanyag megvitatására, a szakcsoportok munkájára, továbbá az osztályhoz tartozó kutatóhelyek kutatómunkájának értékelésére, valamint az elkövetkező hároméves időszak kutatási terveinek véleményezésére összpontosította. Ennek során az osztályülés elhatározta, hogy vizsgálat tárgyává teszi a Műszaki Tudományok Osztálya tevékenységét érintő alapvető kérdéseket. A vizsgálatot olyan ütemben folytatja le, hogy annak eredményei már az 1970. évi közgyűlésen hasznosíthatók legyenek.

A *szakcsoportok* ötéves működésük alatt beváltották a hozzájuk fűzött reményeket. Programjukban a folyó tudományszervezési feladatok mellett egyre inkább előtérbe kerülnek egyes elvi tudománypolitikai kérdések (mint például a tudományos minősítés és az ipari alkotó tevékenység kapcsolata, a folyóiratkiadás helyzete), amelyek mind jobban kifejezésre juttatják a szakcsoportok tudomány-irányító és közvélemény-kialakító szerepét.

Az *Automatikai és Energetikai Tudományok Szakcsoportja* három ülést tartott. Munkájának súlypontját a szakterületéhez tartozó tudományszervezési és tudománypolitikai kérdések képezték. Ezeken túlmenően értékelték a szakcsoporthoz tartozó akadémiai bizottságok által kidolgozott tudományterületi helyzetképeket, és foglalkoztak a káderutánpótlást, valamint a tudományos minősítést érintő kérdésekkel is. A szakcsoport munkájában az elmúlt közgyűlés óta aktivizálódás tapasztalható.

A *Gépészeti és Kohászati Tudományok Szakcsoportja* négy ülés tartott. Tevékenysége két feladat, nevezetesen a szakcsoporthoz tartozó akadémiai bizottságok újjászervezése és munkájának megindítása, valamint a szakterülethez tartozó kutatóhelyek hároméves tervének tudományos felülvizsgálata és véleményezése körül csoportosult. Ezeken kívül a szakcsoport folyamatosan ellátta a hatáskörébe tartozó tudománypolitikai feladatokat és az időszerű ügyeket: az egyetemi tanári és docensi pályázatok véleményezését, az akadémiai és egyéb díjakra való jelöléseket, a szakfolyóiratok és könyvek bírálatát

stb. A szakcsoport osztályülésen számolt be 1968. évi működéséről. Az osztályülés a beszámolót jóváhagyta és a vita eredményeként az osztály egészét érintő fontos elvi határozatot hozott.

A *Híradástechnikai Tudományok Szakcsoportja* négy ülést tartott. Munkájának súlypontját a Műszaki Fizikai Kutató Intézet problémáinak gondozása és egy olyan tématerv kialakítása képezte, amely a tudományos fejlesztés és az ipari termelés összehangolásán alapul. Állandóan figyelemmel kísérte a Híradástechnikai Munkaközösségekben folyó kutatásokat, és ennek során javaslatot tett a különböző helyeken működő úrkutatási bizottságok munkájának egységesítésére, ill. koordinálására. Az ipari kapcsolatok fejlesztése érdekében kibővítette albizottságait. A tudományos minősítés időszerű kérdéseivel foglalkozva, javasolta a Tudományos Minősítő Bizottságnak, hogy a ipari alkotó tevékenység megfelelő értékelésével segítse elő az iparban dolgozó szakemberek részére a tudományos fokozatok megszerzését. Tanulmányozta a híradástechnikai folyóiratkiadás helyzetét és a nemzetközi színvonalú híradástechnikai cikkek megfelelő publikálásának a lehetőségeit. A szakcsoport tevékenysége számos elvi jellegű kezdeményezést eredményezett, ezek jobb hasznosítása érdekében azonban még fokozni kell a szakcsoport belső és külső kapcsolatait.

A *Mérnöki, Építészeti és Közlekedési Tudományok Szakcsoportja* öt ülést tartott. Rendszeresen irányította és koordinálta a tudományterületéhez tartozó nyolc akadémiai bizottság munkáját. Ezzel kapcsolatban arra törekedett, hogy a bizottságok az elvi tudománypolitikai kérdések megvitatása mellett egyes fontos és időszerű tudományos témák elemzésével is foglalkozzanak. Két tudományág területéről nemzetközi helyzetkép készült. Több alkalommal tárgyalta a Műszaki Mechanikai Kutató Intézet létesítésének kérdését és az ezzel kapcsolatos teendőket. Megvitatta a MTESZ-egyesületekkel fennálló kapcsolatok helyzetét és az együttműködés fejlesztésének további lehetőségeit. Irányelveket adott a kiküldött szakértőbizottságoknak a munkaközösségek felülvizsgálatára, valamint a kutatási beszámolók és 3 éves tervek kidolgozására. A szakcsoport nagy körültekintéssel látta el feladatait.

### Az osztályhoz tartozó kutatóhelyek és bizottságok munkája

#### *Automatikai és energetikai tudományok*

##### *Automatizálási Kutató Intézet*

Az integrált áramkörök automatizálási felhasználása területén kialakított az intézet egy számítógépes szintézismódszert bonyolult digitális áramkörök tervezésére, ill. az áramköri elemek közötti összeköttetések optimális megvalósítására. A módszer használhatóságát egy lyukszalag-vezérlésű, nyomtatott áramköri lapok rajzolására, fúrására és az elemek beültetésére szolgáló

berendezés megépítése igazolta. Kidolgoztak továbbá egy szerszámgépek céljára szolgáló interpolátort és pályagenerátort. A villamos hajtások tématerületén megoldották a nagyobb teljesítményű motorok számára is a tirisztoros szabályozást. Ezeken kívül más ipari alkalmazásra alkalmas berendezéseket is kifejlesztettek. Elkészült egy pneumatikus logikai elemcsalád, amelynek ipari alkalmazására rendszertani kutatásokat végeztek. Sikeresen folytatták a fluid elemek kutatását. Az intézet széles körű kapcsolatot tart fenn az ipari üzemekkel, kutatóintézetekkel és egyetemi tanszékekkel. Számos szabadalom, több tudományos publikáció jelzi az intézetben folyó munkák eredményességét.

### *Kalorikus Gépészeti Tanszéki Munkaközösség*

A kompakt hűtőtornyok területén sikerült egy olyan műanyagból álló légnedvesítő betétet kialakítani, amelynek valamennyi hőtechnikai jellemzője kedvezőbb a világpiacon található hasonló konstrukciók paramétereinél. Új kapcsolási sémát dolgoztak ki a hazai termásvizek hasznosítására. A belsőégésű motorok hengerfejének hűtővízterében levő áramlási és hőátadási viszonyok tanulmányozása során olyan szerkezeti módosításokat kísérleteztek ki, amelyek a hengerfej mechanikai és hőigénybevételét csökkentették. Kimutatták, hogy a túlterhelhető erőműblokkok létesítésével mind a villamosenergia-, mind a hőszolgáltatás területén a hazai adottságok mellett igen jelentős költségmegtakarítás érhető el. Az erőművek automatikus indításának és leállításának vizsgálata olyan egyszerű, kis aritmetikát igénylő közelítő összefüggésekre vezetett, amelyek lehetővé teszik az automatizálás megvalósítását jelentős többletköltség nélkül. Az üreges gömbreaktor reaktorfizikai és hőtechnikai vizsgálatával sikerült kimutatni a gázhűtésű üreges gömbreaktorok előnyét a hengerreaktorokkal szemben. Olyan gamma-abszorpciós módszert találtak, amely alkalmas a kazánok emelőcsöveiben áramló gőz-víz keverék sűrűségének izotópos meghatározására. A Diesel-motorokkal kapcsolatos kutatás területén új összefüggéseket találtak a konvektív és a lángsugárzási-hőcsereszámítására, továbbá megbízható eljárásdolgoltak ki a dugattyú-hőmérséklet mérésére. Sikerült kimutatni, hogy a motorok terhelési állapota a feltöltéssel szabályozható. Továbbfejlesztették az indikátordiagram számítását, első sorban a hőátadási viszonyok figyelembevétele irányában. Tisztázták a lüktetés-átalakító gázdinamikai folyamatait és ennek alapján a szerkesztésnél követendő szempontokat.

### *Villamosművek Tanszék*

A tanszéken épített analóg számítógép jelenleg már 60 erősítővel és a szükséges perifériális berendezésekkel működik. Használatánál igen nagy pontosság érhető el. Segítségével olyan problémák is megoldhatókká váltak, ame-

lyeket egyéb hazai tulajdonban levő analóg számítógépeken minőségi kifogások miatt nem lehetett megoldani. Igen széles körű vizsgálatokat folytatnak a villamosenergia-rendszerek elektromechanikus tranzienis jelenségeinek feltárására. Különösen jelentős az a körülmény, hogy a számítógép alkalmazása lehetővé tette azoknak a tényezőknek a figyelembevételét, amelyeket a korábbi klasszikus számítási módszereknél szükségképpen el kellett hanyagolni. A számítógép felhasználásával vizsgálatokat végeztek a szabadvezetési hálózatok vándorhullám-jelenségeinek feltárására. A számítógép kapacitásának hasznosítása érdekében együttműködés létesült más szakterületekkel, így elsősorban a biológiával és az orvostudományokkal a területükön felmerült problémák megoldására.

\*

Az *Automatizálási Bizottság* legfőbb munkaterülete az automatizálási alapkutatás figyelemmel kísérése volt az Automatizálási Kutató Intézetre és a hazai műszaki egyetemek elvi automatizálási kérdésekkel foglalkozó tanszékeire kiterjedően, beleértve a korábbi országos távlati tudományos kutatási terv „automatizálási és távirányítási feladatok” című főfeladata keretében folyó kutatásokat is. Ez irányú tevékenységét kiemeli az a tény, hogy a bizottság egyben ellátja az Automatizálási Kutató Intézet tudományos tanácsának funkcióit is. Ezekon kívül a bizottság foglalkozott a tudományterületére eső kohó- és gépipari célprogramokkal, valamint az automatizálás aspiránsképzési helyzetével is. Az utóbbi kivizsgálására albizottságot küldött ki. A bizottság 5 ülést tartott.

Az *Elektrotechnikai Bizottság* megvitatta „A forgógépek tudományterületének hazai helyzete” és „A transzformátorok tudományterületének hazai helyzete” című helyzetkép-tanulmányokat. Népgazdasági szempontból is figyelemre méltó volt az a Hőenergetikai Bizottsággal és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal tartott együttes ülése, amelyen a villamosenergia-import növelésének célszerűségét vitatta meg. Mind tudományos, mind gyakorlati szempontból hasznos eredménnyel járt az az ülés, amely a párhuzamosan össze nem kapcsolt energiarendszerek együttműködésének egyik problémáját tűzte napirendjére. A bizottság 4 ülést tartott, tevékenysége az elmúlt időszakban jelentékenyen fokozódott.

A *Hőenergetikai Bizottság* figyelemmel kísérte a szakterületéhez tartozó ágazatok műszaki fejlesztési problémáit, és ennek keretében az energiagépgyártás, ezen belül pedig a hőcserélő berendezések műszaki fejlesztésének ipari hátterét vizsgálta olyan szempontból, hogy képet kapjon arról, miként alakul az alapkutatás, valamint a fejlesztő és az alkalmazott kutatás helyzete az új gazdaságirányítási rendszer első évében. A bizottság munkájában kiemelkedő helyet foglalt el a Villamosenergiaipari Kutató Intézet távlati kutatási feladatai között szereplő négy téma, nevezetesen az elgőzöltető hőcserélők, a kazán-cirkulációs vizsgálatok, a kétközeges erőművi körfolyamatok, továbbá a



higanyközvetítőközeges közbenső túlhevítésű gőzturbinák kérdésének megvitatása és a bizottság állásfoglalásának kialakítása. A bizottság 4 ülést tartott.

### *Gépészeti és Kohászati Tudományok*

#### *Áramlástechnikai Tanszéki Munkaközösség*

Az áramlástechnikai gépek méretezésének fejlesztését szolgáló áramlás-tani elméleti vizsgálatok pontosabbá tették a számítási módszereket azáltal, hogy a közeg összenyomhatóságát is figyelembe vették. A forgó járókerék lapátjain kialakuló határréteg stabilitására vonatkozó vizsgálatok és a határréteg számítására vonatkozó eredmények külföldön is érdeklődést keltettek. A vízturbinákkal kapcsolatos kutatások keretében elsősorban a vízturbinákban keletkező kavitációs jelenségeket vizsgálták. Az ezzel kapcsolatos kutatási eredmények nemzetközi viszonylatban úttörő jelentőségűek. Lényeges tudományos eredményeket értek el továbbá a folyadékok, gázok és keverékek szállítására szolgáló berendezésekkel kapcsolatos kutatások területén is.

#### *Anyagszerkezeti és Anyagvizsgálati Tanszéki Munkaközösség*

Elkészült két berendezés, amellyel első ízben lehetett hazánkban nagy sebességű alakítást végezni. Eredményes kutatómunka folyt a süllyesztékes kovácsolásra, szerszámanyagának kiválasztására, és az optimális hőkezelésre vonatkozólag. Kísérleteket végeztek a lyukasztás, továbbá a rúdsajtolás technológiája területén, és eredményeket értek el a nagysebességű alakításnak a porkohászatban való alkalmazására. A törés mechanizmusának vizsgálatára kisciklusú fárasztási kísérleteket folytattak és azok segítségével pontosították a törési munka változásának törvényszerűségét. Kiemelkedő teljesítményt jelentenek a fémtani vonatkozású kutatásnál a hasadási lépcsőkkel, a húzás stabilitásával, valamint a maratásos orientáció meghatározásával kapcsolatos eredmények. Az építőanyagok kutatása területén kidolgoztak egy statisztikai elméletet, amely a beton elemi részeinek tulajdonságait és az anyag szerkezetének változásait figyelembe véve alkalmas a beton fokozatos tönkremenetelének és deformációjának pontosabb leírására. Módszert dolgoztak ki a hidratációs termékek termikus értékelésére és azonosítására, amellyel közelítően szétválaszthatók mennyiségi arányban is az eltérő vízkötés-erősségű hidratációs termékek.

#### *Kohászati Tanszéki Munkaközösség*

Érdekes eredmény a hidegalakításra jellemző keményedés fémfizikai leírása, a szálhajlítási munka számítása, továbbá a süllyesztékes kovácsolásnál jelentkező bonyolult viszonyok egyszerűsítése jó matematikai modellezéssel.

Gyakorlati alkalmazásra érettek a huzalhúzással kapcsolatos megállapítások. Fémteni vonatkozásban kiemelkedő eredmény az újrakristályosodás és az öndiffúzió kapcsolatának felderítése, amelynek alapján az újrakristályosodásra jellemző mérőszámot sikerült kidolgozni. Nemzetközileg is elismert eredményt értek el az alumíniumelektrolízis gazdaságosságának növelésére végzett kutatások területén, amellyel az alumíniumelektrolízis fajlagos áramfogyasztása csökkenthető. Iparilag hasznosítható és módszertanilag érdekes az acélban levő oxigén és endogén zárványok eredetének kutatása. Mind tudományos, mind ipari szempontból figyelemre méltó a szürke öntöttvas dermedése és a dermedés folyamán végbemenő térfogatváltozás közötti összefüggés megállapítása, továbbá egy kézi műszer kidolgozása az öntőformák felületén kimutatható gázátbocsátó képesség mérésére.

### *Nehézipari Tanszéki Munkaközösség*

A plazmaíves hegesztésre és vágásra vonatkozó kutatás során sikerült a külföldi berendezéseknél kedvezőbb, zárt és nyílt villamos ívvel gerjesztett plazmasugár előállítására alkalmas vágópisztolyokat kialakítani. Meghatározták a hegesztés folyamata alatt kialakuló hőhullámmal egyidejűleg végbemenő elmozdulási, alakváltozási és feszültségi hullám térbeli-időbeli változását. Két berendezést fejlesztettek ki a hegesztett kötések kúszásának és fáradásának vizsgálatára. Értékes a globoidhajtással kapcsolatos ama megállapítás, hogy a csiga közvetítő származtató-felülettel is generálható, tehát köszörüléssel állítható elő, és így nincs szükség a csigatest külön korrekciójára. Sikerült továbbá kidolgozni a kétkúpos tárcsamaróval készített globoidhajtást. A műszaki mechanika területén jelentős eredmény az állandó falvastagságú körhengerhéjak tengelyszimmetrikus rugalmas-képlékeny alakváltozásának vizsgálatára alkalmas számítási módszer kidolgozása. A géprészekben keletkező feszültségeloszlás feszültségoptikai vizsgálatával kapcsolatban izokróm görbesereget vettek fel és mérőórás méréssel adatokat határoztak meg a rugalmassági modulus számításához.

\*

Az *Anyagvizsgálati és Hegesztési Bizottság* három albizottságban fejtette ki tevékenységét, amelyek közül különösen a Fémek Anyagvizsgálata Albizottság munkája bizonyult eredményesnek. Foglalkozott a törésmechanika alapproblémáival, a töretfelületek elektronmikroszkópos vizsgálatával, a hazai kifáradási vizsgálatok helyzetével és perspektívájával, az alakítási sebesség hatásával az alakítási ellenállásra, továbbá az előfeszített vasbeton vasbetétjének relaxációjával. Az albizottság 1970-re a törésmechanika tárgyköréből szimpózium összehívását javasolta hazai résztvevőkkel. A bizottság 5 ülést tartott.

Az *Áramlás- és Hőtechnikai Gépek Bizottsága* kiemelkedő munkát végzett. A bizottság megvitatta a hazai vízgépkutatásról, valamint a hazai hidraulikus

erőátviteli kutatások eredményeiről szóló beszámolót, továbbá az áramlástechnikai gépek területéről, a hazai vízgépkutatás elméleti eredményeinek gyakorlati felhasználásáról, a hőerőművi erőgépek (gőzturbinák, gőzkazánok) területéről készült tudományos helyzetképeket és a hazai belsőégésű motorokkal kapcsolatos kutatások állását. A bizottság az Anyagvizsgálati és Hegesztési Bizottsággal, valamint a Kohászati Bizottsággal együtt munkabizottságot hozott létre „a nagy hőmérsékleten és nagy nyomáson igénybe vett kazán- és turbinaanyagok fejlődése és vizsgálati módszerei” tárgykörrrel, s a munkabizottság már eddig is kiváló munkát végzett. A bizottság 5 ülést tartott.

Az *Elméleti Technológiai Bizottság* elsősorban a kutatóhelyek hároméves munkájának értékelésével foglalkozott. A bizottság két albizottsága a forgácsolás és a képlékenyalakítás területén adódó közös problémákat tanulmányozta. Ezek közül a bizottság a surlódás és kenés, továbbá az alakítási szilárdság vizsgálatát jelölte ki a két albizottság számára elsőrendű kutatási feladatként. A bizottság 5 ülést tartott.

A *Kinetikai és Kinematikai Bizottság* a mechanizmusok egyes problémáival, az építési szerkezetek dinamikájával, a kinematikai geometria problémájával és az egyensúly-stabilitás fogalmi meghatározásával foglalkozott. Albizottságai az előkészítő munka befejezésével 1969-ben kezdik meg működésüket. A bizottság 4 ülést tartott.

A *Kohászati Bizottság* részben plenáris ülésein, részben két albizottsága révén fejtett ki igen élénk tevékenységet. A széles körű tevékenységből kiemelendők a következő témák: a kohászati kutatás helyzetképe, a hazai öntészeti tudományos kutatások felmérése, a nyomelemek hatása az öntöttvas kristályosodására, valamint a fémtan területén foglalkozó tudományos dolgozók káderutánpótlási problémája. Az albizottságok elsősorban a kutatási témák felülvizsgálatával foglalkoztak. A bizottság 3 ülést tartott.

A *Szál- és Rosttechnológiai Bizottság* tudományterületén több, fontos és időszerű témakörből vitaülést rendezett. A bizottság meghívására A. ROGOVIN szovjet professzor előadást tartott a kémiai szálak előállításával kapcsolatos új tudományos és technológiai kérdésekről, valamint a cellulóze kémiai módifikálásának új módszereiről. A belföldi résztvevőkkel rendezett két vitaülés a hazai mesterséges és szintetikus szálanyagok, valamint a szál- és rosttechnológiai műszerek témaköréből a kutatók szélesebb rétegét érdekelte, és alkalmat adott élénk véleménycserére, illetve tapasztalatszerzésre. A bizottság 5 ülést tartott.

### *Híradástechnikai tudományok*

#### *Műszaki Fizikai Kutatóintézet*

Az intézet munkái között különös súllyal szerepel a félvezetők kutatása, amelyet kiegészítettek az elektrolumineszcencia és lumineszcencia jelenségekkel kapcsolatos kutatások. További témák a volframra vonatkozó és az elektron-

fizikai vizsgálatok voltak. A félvezetők területén a cél egyrészt az iparban bevezetésre kerülő szilícium epitaxiális technológia alapkutatással való megerősítése, másrészt a különböző félvezetőrétegek és határátmenetek tanulmányozásának elindítása volt. A szilícium területén képződő oxidrétegek tanulmányozása során megvalósult a szabályozott vastagságú oxidrétegek termikus oxidációval történő előállítás és ezek vizsgálatára módszerek kidolgozása. Kísérleteket végeztek epitaxiális szilícium rétegekkel. Kimutatták a felület alatti rétegek hibahelyeit és azok mechanikai feszültségterét. Tisztázták az egyes epitaxiális félvezetőrétegek ellenállásmérésénél jelentkező anomáliákat és üzemi célokra megfelelő minősítési eljárást dolgoztak ki. Jelentős alap- és alkalmazási eredmény a germániumban végzett áteresztett fonon-szél elméleti és kísérleti tanulmányozása. Új eredmény kadmiumsulfidon végzett mozgékony-ságmérés. A szilíciumon, germániumon és cinkszulfidon végzett instabilitás-vizsgálatok nemzetközi vonatkozásban is figyelmet keltettek. A lumineszcenciavizsgálatok területén megkezdtek a katódsugárerőnyők és a feltételezhetően a fénycsővek élettartamát befolyásoló fénycsőfénypor-csapdaszínképek tanulmányozását. A párologtatott vékonyrétegek kutatása területén kiemelendő az amorf hordozóra készített rétegek szerkezetének in situ tanulmányozása, valamint az epitaxiális vizsgálatokhoz modellanyagként használható molibdénszulfid-hordozó segítségével végzett kísérletek. A volfram-kutatás területén többek között jelentős a szabadalmakkal védett tallium és gallium adalékkal készült volframszálak, valamint néhány egyéb adalékanyag nyomait tartalmazó volframszálak maradékellenállásának és termofeszültségének vizsgálata, amely vizsgálatok folyamatosan hozzájárulnak a nemzetközi érdeklődés első vonalában álló részecskehatás-atomoshatás problémájának felderítéséhez. Az elektronfizikai kutatások területén ki kell emelni az ívleégés jelenségének tisztázására irányuló vizsgálatokat, amelyek alapján az ívleégésre hajlamos lámpákban a lefelést tökéletesen sikerült a laboratóriumi kísérleteknél kiküszöbölni. Az eljárás, amelytől a jelentős selejt kiküszöbölését és az izzólámpák minőségének lényeges javulását várják, most van bevezetés alatt. A fénycsőkatódok katódhőmérsékletének vizsgálatában lényeges előrehaladás történt, amelynek eredményei ipari hasznosítás előtt állnak.

### *Híradástechnikai Tanszéki Munkaközösség*

A színes televízióval kapcsolatos kutatómunka területén fontos eredmény a SECAM rendszerű színes televíziókészülék mérési és ellenőrzési módszerének kidolgozása. Az akusztikai kutatások területén kidolgozták a modelleken végezhető akusztikai mérések metodikáját. Megtervezték és megépítettek egy magánhangzó-felismerő áramkört. Kifjlesztettek továbbá egy szabadalmakkal is védett, új rendszerű elektromechanikai átalakítót. Az elektronikus telefonközpontok témakörében elkészült a 2/10 vonalas központ laboratóriumi

modellje, és kísérletek folytak a beszédút átkapcsolására is alkalmas kapcsoló megszerkesztésére. A hálózatelmélet területén az érzékenységi módszerek alkalmazása tekintetében új eredmények születtek a megengedett érzékenységi függvények, a bikvadratikus gyökhely-görbék, a toleranciaérzékenység közvetett meghatározása és a lineáris programozású korrektorok tervezése vonatkozásában. Elvégezték a mikrohullámok plazmadiagnosztikai célokra való alkalmazását. Impulzusberendezés épült, amellyel robbantásos úton mágneses térben is lehet jelenségeket vizsgálni. A mintavételes rendszerek területén kidolgozásra került egy, a korrelációs sorozatok bevezetésén alapuló optimalizálási eljárás, továbbá egy új módszer, amely a periódusos súlyfüggvény bevezetésén alapuló rendszerjellemző függvényre épül fel. A villamos hálózatok elmélete területén egy új, pontosabb elméletet dolgoztak ki a villamos gépek hornyaiban levő vezető impedanciájának számítására. Az elektrooptikában meghatározták az elliptikus nyalábok periódusos fókuszálásához szükséges feltételeket, továbbá vizsgálták a kvadrupollencsék elektródformájának hatását a kép minőségére és ennek eredményeképpen sikerült a lencsék konstrukciójának egyszerűsítése, valamint az aberráció csökkentése.

\*

A *Híradástechnikai Bizottság* munkájának középpontjában újabb tudományos helyzetképek kidolgozása, illetve értékelése állt. Foglalkozott a bizottság a tudományos káderutánpótlás kérdésével és javaslatot készített a Tudományos Minősítő Bizottság részére. Vizsgálta a híradástechnika területén megjelenő folyóiratok összehangolásával és egységesítésével, illetve a nemzetközi színvonalú publicitás érdekében az *Acta Technica*val kapcsolatos lehetőségeket. Véleményezte „az ipar és a külkereskedelem együttműködése a híradástechnika műszaki fejlesztésének előmozdítására” című OMFB tanulmányt, és részt vett a II. megbízhatósági szimpózium rendezésében. Az Elektronfizikai Albizottság felmérést készített a kisülésfizika és elektrooptika hazai helyzetéről, amelynek alapján javasolta egy kisülésfizikai akadémiai kutatócsoport létesítését. A Rendszerelméleti Albizottság helyzetkép-tanulmányokat vitatott meg a rendszerelmélet és rendszertechnika, valamint a telefontechnika és a matematikai információelmélet területéről. A Híradástechnikai Bizottság 4 ülést tartott.

#### *Mérnöki, építészeti és közlekedési tudományok*

##### *Építészettudományi Tanszéki Munkaközösség*

Elemezték az építőanyagok és épületelhatároló szerkezetek hő- és nedvességvizsgálatának eredményeit, valamint az üvegfelületek növelésének és a külső falszerkezetek hőszigetelésének gazdasági kihatásait. Kidolgozták a hazai panelszerkezetek hőtechnikai vizsgálatára alkalmas számítógépes programot. Tanulmány készült a többszintes épületekre, valamint a raktárak technológiai

és építészeti kialakítására. Befejeződtek azok a vizsgálatok, amelyeket a szocialista társadalom életformáival és ezeknek a telepítésre, továbbá a városok és községek fejlesztésére gyakorolt hatásaival kapcsolatosan folytattak. Elindították az egyes építészeti korszakok általános jellemzésére irányuló vizsgálatokat, és elkészültek a legfontosabb hazai települések várostörténeti térképei. Irányelvek készültek a talajvízdúsító kutak kialakítására és működtetési felvételeik meghatározására. A szennyvízszállító és -tisztító berendezések hidraulikai vizsgálata a tervezésben és kivitelezésben hasznosítható eredményekre vezetett. Olyan számítógépes módszert dolgoztak ki a vízellátási hálózatok műszaki-gazdasági vizsgálatára, amellyel a beruházási és üzemviteli költségek lényegesen csökkenthetők. Eredményeket értek el a vízi műtárgy hidraulikai méretezésének fejlesztése területén. Új matematikai módszert dolgoztak ki a természetes vízfolyások hordalékmozgásának vizsgálatára. Folytatták az építészetelméletek kritikai vizsgálatát és az időszerű építészetelméleti problémák tisztázását.

#### *Műszaki Mechanikai Tanszéki Munkaközösség*

A gyakorlatban hasznosítható eredményeket értek el a rúdszerkezetek, szekrénytartók, héjszerkezetek, tartályok és feszített betontartók feszültség-állapotának vizsgálatával, valamint a műanyagoknak szerkezeti célokra való felhasználásával kapcsolatosan. Általánosították a Finzi-féle tételt, és a szabad-szélű poligonális héjak számítására alkalmas módszert dolgoztak ki. Nemzetközi viszonylatban is figyelemre méltó a nagyszerkezetek modellezése területén elért eredmény. Sikeres kutatómunka folyt a ponthegesztett kötések fáradásvizsgálata és a mérnöki szerkezetek kötéseinek méretezési problémái vonatkozásában. Továbbfejlesztették az építési mechanikai számítások számítógépes megoldását. Új eljárásmodokat dolgoztak ki az összetett földnyomás meghatározására, valamint az állékonyság vizsgálatára. Kutatások folytak a cölöpök és a talaj kölcsönhatásának kérdésében. A nem-lineáris rendszerek elemzéséhez széles körben felhasználható transzformációs módszer készült. Új méretezési eljárást állapítottak meg a fásztópróbák feszültséggradiensinek számítására, a poliharmonikus fásztóhatás vizsgálatára, a törésmunka kísérleti meghatározására és a konstrukciós anizotróp modellek értékelésére. Eredményeket értek el az általánosított rúdlánc alapegyenleteinek megoldása, valamint az üzemszerűen periódusos mozgást végző szerkezetek stabilitásának tisztázása területén.

#### *Közlekedéstudományi Tanszéki Munkaközösség*

Kifejlesztettek egy változó belső felépítésű bolygóműves sebességváltót. Matematikai-statisztikai módszert dolgoztak ki a közlekedési igények távlati

alakulásának felmérésére. Elkészült a vasúti információ-rendszer jelenlegi helyzetének és továbbfejlesztési lehetőségeinek elemzése. Számítógépes programot dolgoztak ki a közúti jelzőlámpával történő forgalomirányításra és azok összehangolására. Sikerült a kationaktív bitumenemulziót ipari méretekben előállítani és az útburkolatokhoz olyan légpórusképző szulferil-anyagot kikísérletezni, amely devizamegtakarítást eredményez. Hasznosítható eredmények születtek a korszerű hazai sínleerősítések, a síndőlés és a kerék-kúposág közötti üzemgazdasági kapcsolatok, a hegesztett sínkötések fenntartásával összefüggő kérdések, valamint a gurítódombok automatizálásával kapcsolatos dinamikai problémák vizsgálata területén.

\*

Az *Elméleti Mechanikai Bizottság* foglalkozott a hazai műszaki mechanikai kutatás helyzetével és ennek kapcsán az analitikus mechanikai kutatás és a szerkezetek optimális méretezését vizsgáló új mechanikai tudományág fejlesztési lehetőségeivel. Az Építéstudományi Kutató Intézettel közösen héjszerkezeti kollokviumot tartott. Megrendezte LENSZKIJ szovjet professzor előadását a képlékenységtani kutatások legújabb eredményeiről. A bizottság 4 ülést tartott.

Az *Építészelméleti és Történeti Bizottság* felmérte a tudományterülethez tartozó ágazatokat művelő szakemberek helyzetét, ill. tevékenységét és ennek alapján megállapította, hogy melyek azok a történeti korszakok, illetve elméleti területek, amelyek művelése hiányos. Albizottságok foglalkoztak a középkori falu régészeti és építészeti kérdéseivel, az Építészeti Múzeum ügyével, a többnyelvű építészeti szakszótár szerkesztésével, a XIX. és XX. század építészettörténetének periodizációjával, a műemlékvédelmi topográfiával, továbbá hat iparág tudományterületének elemzésével. A bizottság 5 ülést tartott.

Az *Építészettudományi Bizottság* számos ajánlást vitatott meg. Ilyenek voltak a tömbösítés kérdése az ipari és mezőgazdasági építészetben, az elemes építkezés épületfizikai és épületgépészeti problematikája, a kéregszerű könnyűszerkezetek alkalmazásának feltételei, valamint a specializáció, kooperáció és koncentráció problematikája. A bizottság 8 ülést tartott.

A *Közlekedéstudományi Bizottság* kidolgozta tudományterületének nemzetközi helyzetképét, előkészítette és rendezte a közlekedésfejlesztési szimpóziumot, elemezte a kutatási eredmények hasznosítását a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium területén, megvitatta és értékelte a Közlekedéstudományi Egyesület munkáját, ellátta a Közlekedési Múzeum tudományos tanácsának funkcióját, továbbá albizottságai útján egyeztetette a közlekedési és egyetemi kutatóhelyek munkáját, valamint megvitatta a korszerű betonútépítés minőségi feltételeit és a tengerhajózás hatékonysági problémáit. A bizottság 6 ülést tartott.

A *Talaj- és Kőzetmechanikai Bizottság* munkájának középpontjában a III. budapesti talajmechanikai és alapozási nemzetközi konferencia előkészítése és megszervezése állt. Kidolgozta a kőzetmechanika helyzetképét. Felmérte a mérnökgeológiai térképezés helyzetét, és javaslatot tett a további munkára. A bizottság 5 ülést tartott.

A *Tartószerkezetek Mechanikája Bizottság* elsődleges feladata volt a tudományág helyzetének elemzése és az idetartozó külföldi egyesületekkel való kapcsolat feltárása. Megvitatta az Európai Betonbizottság szabályzati ajánlásait. Tevékenyen részt vett a méretezési konferenciának, az IASS magyar tagozat kollokviumának, valamint a szilárdságtani kollokviumnak az előkészítésében és munkájában, továbbá javaslatot dolgozott ki az akadémiai kiadványok tudományágak szerinti szakosítására. A bizottság 5 ülést tartott.

A *Településtudományi Bizottság* foglalkozott tudományterületének tartalmi problematikájával és más tudományterületekhez való kapcsolatával, megvizsgálta a tanyavilág településtudományi kérdéseit, valamint értékelte a települések belterületével kapcsolatos helyzetet. Kidolgozta az iparfejlesztési és városfejlesztési konferencia elvi alapjait. A bizottság 5 ülést tartott.

A *Vízgazdálkodástudományi Bizottság* előkészítette és széles körű nemzetközi érdeklődés mellett megrendezte „A folyószabályozás és hordalékmozgás időszerű kérdései” tárgyban tartott ankétot. Megvitatta a Tisza II vízlépcső öntözőrendszereinek tervezésével kapcsolatos tudományos koncepció kialakítási problémáját, továbbá a mérnökképzés reformtervének tapasztalatait és javaslatot készített a teendőkre. Javaslatokat tett a vízmérés nemzetközi szabványosításának előkészítésére. Véleményezte a Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet kutatási tervét, és ennek kapcsán foglalkozott a hazai hidraulikai laboratórium helyzetével. Többirányú szoros együttműködést folytatott a Mezőgazdasági Üzemi Vízgazdálkodási Bizottsággal. Információcserét folytatott a Bolgár Tudományos Akadémiával az öntözőrendszerek üzemi vizsgálata és a szivárgási kutatások tárgykörében. A bizottság 4 ülést tartott.

#### *Az osztályhoz tartozó bizottságok munkájának értékelése*

Az újjászervezett bizottságok beváltották a hozzájuk fűzött reményeket, és tevékenységük megkezdése óta igen aktív működést fejtettek ki. Ez kifejezésre jut egyébként abban is, hogy a tagok eleget tettek a tagsággal járó kötelezettségüknek. A részvétel általában 70–80%-os volt és indokolatlan távollémaradás nem fordult elő. A bizottságok munkája a már jól bevált módszerre épült. Állásfoglalásaikat előzetesen kidolgozott és szétküldött írásos anyag alapján alakították ki. Nagyban elősegítette a tárgyalást a kijelölt opponensek hozzászólása. A napirendi pontokat a tagok élénk vitája követte. Jól bevált a tárgyalási anyagok előkészítése, illetve különleges szakmai kérdések megtárgyalása szempontjából az albizottságok, szakértő csoportok, munkabizottsá-



gok kiküldése. A bizottságok az előírt feladatok mellett eredményesen működtek közre a rendezvények és előadások megszervezésében, továbbá helyzetképek és javaslatok kidolgozásában, s ezzel komoly segítséget nyújtottak mind a szakcsoportoknak, mind az osztálynak tudománypolitikai és tudományszervezési feladataik megvalósításához.

### A kutatóhelyek káderhelyzete

Az osztály kutatási bázisa jelenleg két, együttesen 541 főt foglalkoztató intézetből, kilenc akadémiai tanszéki munkaközösségből, továbbá egy, az osztálytól közvetlenül támogatott tanszéki kutatóhelyből áll. A kilenc munkaközösségbe tudományágak szerinti csoportosításban 38 tanszéki kutatóhely tartozik. Az osztály kutatóhelyein foglalkoztatott 697 akadémiai státusú dolgozóból 238 fő kutató (34%), 303 fő kutatási segéd személyzet (44%) és 156 fő egyéb (adminisztratív stb.) személyzet (22%).

A kutatóhelyek személyzetének tudományos minősítés, nyelvtudás, továbbá szakmai és ideológiai felkészültség szerinti megoszlása jelenleg a következő:

Az *Automatizálási Kutató Intézet* betöltött kutatói létszáma 99 fő, amiből 16 fő (16%) rendelkezik tudományos fokozattal, mégpedig 1 akadémikus, 2 a tudományok doktora és 13 a tudományok kandidátusa.

Az intézetben 39 szerzőtől 84 publikáció jelent meg, amelyek közül 48 saját tudományos eredményt feldolgozó, 30 magas színvonalú elemző-értékelő, 6 pedig ismeretterjesztő jellegű tanulmány. A benyújtott találmányok száma 9, ezek közül egyet külföldön — Svédországban — is bejelentettek. Az elfogadott (korábbi) találmányok száma 7, ezek közül egyet külföldön — Svájcban — is elfogadtak.

A nyelvtudást illetően az intézetnél 37 fő (37%) rendelkezik állami nyelvvizsgálóval. Közülük 14 fő két nyelvből, 3 fő három nyelvből, 1 fő pedig négy nyelvből tett nyelvvizsgát. A nyelvvizsgák területén az intézetnél igen komoly fejlődés tapasztalható, minthogy az állami nyelvvizsgát tett tudományos dolgozók száma az elmúlt időszakban 60%-kal, 26 főről 37 főre emelkedett.

Az intézet a dolgozói részére folytatta az eddig bevált kétfajta ideológiai oktatásformát. Az egyiket a munkatársak szélesebb köre részére szervezte az időszerű politikai kérdések témaköréből, a másikat a politikailag képzetesebb munkatársak részére vitakör formájában az elméleti és időszerű politikai kérdések témaköréből.

Az intézet két tudományos osztályvezetőjét tudományos munkatárssá minősítette vissza, minthogy tudományos fokozatot mind ez ideig nem szereztek. Ezzel az intézet valamennyi tudományos osztályvezetője tudományos fokozattal rendelkezik.

A *Műszaki Fizikai Kutató Intézet* betöltött kutatói létszáma 67 fő; 18 fő (27%) rendelkezik tudományos fokozattal, mégpedig 3 akadémikus, 1 a tudományok doktora és 14 a tudományok kandidátusa.

Az intézetben 53 szerzőtől 53 publikáció jelent meg, amelyek közül 48 saját tudományos eredményt feldolgozó, 5 pedig magas színvonalú elemző-értékelő tanulmány. A benyújtott találmányok száma 7.

A nyelvtudást illetően az intézetnél 34 fő (50%) rendelkezik állami nyelvvizsgálóval, ami az előző időszakhoz képest nem mutat emelkedést.

Az intézet munkatársai közül 8 tudományos dolgozó végzi, illetve végezte már el a marxizmus-leninizmus esti egyetemet.

Az intézet egy tudományos dolgozónak más munkaterületre való átirányítását vette tervbe.

A *támogatott tanszéki kutatóhelyek* betöltött kutatói létszáma 67 fő. 13 fő (20%) rendelkezik tudományos fokozattal, mégpedig 3 a tudományok doktora, és 10 a tudományok kandidátusa.

A tanszéki kutatóhelyeken 106 publikáció jelent meg, amelyek közül 75 saját tudományos eredményt feldolgozó, 17 magas színvonalú elemző-értékelő, 14 pedig ismeretterjesztő jellegű tanulmány. A benyújtott találmányok száma 1, az elfogadott korábbi találmányok száma ugyancsak 1.

A nyelvtudást illetően a támogatott tanszéki kutatóhelyeknél 16 fő (24%) rendelkezik állami nyelvvizsgálóval; közülük 5 fő tett két nyelvből nyelvvizsgát. A nyelvtudás megszerzése területén sem a múltban, sem jelenleg nem tapasztalható az intézetekhez hasonló fejlődés. Ezért az osztályvezetőség ismételten felhívta a tanszéki munkaközösségek vezetőinek figyelmét, hogy a nyelvtanulást szorgalmazzák, és a nyelvtudás megszerzéséhez minden segítséget adjanak meg a tudományos dolgozóknak.

A tanszéki munkaközösségek tudományos dolgozóinak szakmai és politikai fejlődése általában kielégítőnek, sőt egyes esetekben jónak mondható. Emberi magatartásuk és munkatársaikhoz való viszonyuk megfelelő. Egy fő sikerrel befejezte a marxizmus-leninizmus esti egyetem politikai gazdaságtan szakán folytatott tanulmányait. Több tanszéki kutatóhelyen rendszeres szakmai vitákat rendeztek a kutatók munkájának értékelésével. Számos kutató vett részt az egyetemeken szervezett „Világgazdaság”, „Világpolitika” és „Bevezetés a tudományos kutatás módszertanába” tárgyú konferenciákon.

A tanszéki kutatóhelyeknél más munkaterületre való átirányítás nem vált szükségessé, azonban két tudományos dolgozónál kívánatosnak látszik a tudományos munkatársi munkakörből a kiemelt mérnöki munkakörbe való átsorolás.

\*

Az osztály, mint a múltban, jelenleg is fontos feladatának tekinti a tudományos dolgozók fejlődésének folyamatos figyelemmel kísérését, elsősorban a minősítések időszakos felülvizsgálata útján. A minősítések értékelése alapján

az osztályvezetőség felhívta mindazokat az intézeti, illetve munkaközösségi vezetőket, akiknél a tudományos fokozatok, illetve a nyelvismeretek megszerzése nem kielégítő, hogy a személyi és tárgyi adottságok figyelembe vételével adjanak meg minden segítséget a tudományos dolgozóknak, illetve konkrétan jelöljék meg a kutatók ezirányú feladatait.

A káderhelyeztetel kapcsolatban nem hallgatható el az a körülmény, hogy a jelenlegi alacsony bérszint következtében erősen érvényesül, illetve nagyarányú fluktuációt okoz a kedvezőbb bérezési viszonyok miatt az ipar elszívó hatása. Ezért az osztálynak nehézségei vannak mind a tudományos kutatói, mind az egyéb (pl. műszaki ügyintézői, laboránsi, szakmunkási) munkaköröknek az Akadémiánál megkívánt magas szakmai képzettségű dolgozókkal való betöltésénél.

Ez a körülmény, valamint az új gazdaságirányítási rendszer következtében előállott helyzet tette szükségessé az akadémiai állományú tanszéki dolgozók részvételének rendezését a külső ipari megbízásos munkákban. Az osztályvezetőség megvizsgálva a kérdést, olyan álláspontot foglalt el, hogy változatlanul szükségesnek tartja a részvétel külön szabályozását, mivel az alapkutatással foglalkozó akadémiai dolgozók szükséges munkaráfordítása konkrétan nem határozható meg; mégis a korábbi mereven megkötött gyakorlattól eltérően lehetőséget biztosít arra, hogy az akadémiai állományú dolgozók a megfelelő kategóriába tartozó egyetemi alkalmazottakhoz hasonló mértékben vegyenek részt az ipari megbízásos munkákban. Azt, hogy az ipari munkadíj maximálisan hány százaléka lehet az akadémiai állományú alkalmazott keresetének, évről évre az osztályvezetőség állapítja meg (pl. 1969-re 50%). Az ipari munkákban való részvételt az osztályvezetőség évenként ellenőrzi számszerű adatokkal alátámasztott jelentés alapján.

## Az osztály rendezvényei

### *Általános áttekintés*

Az osztály az elmúlt időszakban 8 *tudományos tanácskozást* rendezett, ezen kívül I konferencia lebonyolításához támogatást nyújtott. A 8 tudományos tanácskozás közül 3 tanácskozáson csak hazai, 5 tanácskozáson külföldi szakemberek is részt vettek. A rendezvényeken 792 hazai szakember és 338 külföldi vendég jelent meg. Legjelentősebb a III. budapesti talajmechanika és alapozási konferencia, valamint „a folyószabályozás és hordalékmozgás időszzerű kérdései” tárgyában tartott szimpózium volt.

A múlt közgyűlés óta az osztály 4 *felolvasó ülést* és 1 *székfoglaló előadást* tartott. Az ülések, illetve az előadás látogatottsága kielégítő volt.

Az osztályvezetőség annak érdekében, hogy biztosítva legyen az előadásoknak az Akadémia által megkívánt magas színvonala, valamint az előadás

témakörérek legjobban megfelelő forma kiválasztása, irányelveket dolgozott ki az előadások tartásának egységes rendezése céljából. Az irányelvek öt szervezeti formát (székfoglaló ülés, felolvasó ülés, vitaülés, kibővített bizottsági ülés, nyilvános munkabizottsági ülés) különböztetnek meg, és részletes szempontokat tartalmaznak a rendezésre vonatkozóan arra az esetre, ha az előadó belföldi tudós vagy szakember. E keretek között külföldi tudós csak akkor tarthat előadást, ha az Akadémia tiszteleti tagja, az Akadémia vendégeként vagy az egyezményes keretben hazánkba érkező, illetve főhatóság vendégeként hazánkban tartózkodó vezető tudós. Az irányelvek kiadása már eddig is előnyösen érezte hatását az osztály rendezvényein.

### *Tudományos tanácskozások*

Az „*Impulzus-számosság és impulzus-gyakoriság alkalmazása az irányítás-technikában*” tárgyú szimpóziumot az osztály az IFAC (Automatikus Irányítás Nemzetközi Szervezete) égisze alatt rendezte meg. A szimpóziumra a vártnál jóval több dolgozat érkezett be. Mind a plenáris vitaüléseket, mind a szekció-üléseket igen nagy érdeklődés és élénk vita kísérte.

A *III. budapesti talajmechanikai és alapozási konferencia* megmutatta, hogy ennek a szakterületnek a művelésében Magyarország komoly, elismert szerepet játszik, és iránta széles körben érdeklődés nyilvánul meg. A konferencia alkalmat adott arra, hogy a külföldi résztvevők megismerkedjenek a tudományág hazai helyzetével és fejlettségével, a külföldiek tanulmányai pedig közvetítették a külföldön bekövetkezett fejlődés legújabb eredményét. A külföldi résztvevők nagy száma és a tudományos szempontból is elismerten értékes kiadvány fémjelezte legjobban a konferencia sikerét.

A *III. korszerű méretezési konferencia* már hagyományossá vált, és iránta a fejlettebb ipari országok vezető tudósai körében is komoly érdeklődés nyilvánult meg. A konferencián a tudományterület számos, ismert külföldi képviselője jelent meg, a méretezésben érdekelt egyes hazai intézmények azonban annak ellenére, hogy az előadások magyar szakemberek számára is a tervező és kivitelező munkában közvetlenül felhasználható adatokat tartalmaztak, vagy egyáltalában nem, vagy csak igen kis számban képviseltették magukat a konferencián.

„*A folyószabályozás és hordalékmozgás időszerű kérdései*” tárgyában tartott szimpózium megvitatta a folyószabályozás új feladatait. A szimpóziumra benyújtott dolgozatok és az elhangzott viták számos elméleti kérdés tisztázása mellett több, a gyakorlatban is hasznosítható eredményre vezettek. A szimpózium kijelölte a folyószabályozással és hordalékmozgással kapcsolatos jövőbeni kutatások és vizsgálatok irányát.

A *saválló acél ankét* az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesülettel közös tanácskozás volt. Az ankét a magyar vegyipari gépgyártás cél-

jára szolgáló krómnikkel, krómnikkelmangán és krómmangán acélok gyártásával, valamint felhasználásával kapcsolatos problémákat tárgyalta meg.

A *kinematika-kinetika kollokvium* célja az volt, hogy közelebb hozza egymáshoz a tárgykörrel foglalkozó szakembereket, élénkítse a kutatási szellemet, valamint megismertesse az érdekeltekkel a legjobb eredményeket és módszereket. Az előadások felölelték az ez idő szerint hazánkban művelt jelentősebb témákat.

„*A közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjai*” tárgykörben rendezett szimpózium megvitatta, hogy milyen hatást gyakorolnak az alaptudományok területén elért eredmények az alkalmazott tudományok körébe tartozó közlekedési tudományágazatok fejlődésére, és hol jelentkezik elmaradás, illetve melyik területen van szükség elsődlegesen a közlekedési tárgykörű kutatások fejlesztésére.

A *héjszerkezeti kollokvium* az első alkalom volt hazánkban arra, hogy a héjépítés különböző területein munkálkodó hazai kutatók találkozzanak. A kollokviumon a kutatókon kívül a héjszerkezetek kivitelezői is részt vettek, és így a tudományos szempontok mellett a gyakorlat igényeit is meg lehetett vitatni.

#### *Székfoglaló előadás*

BÖLCSKEI ELEMÉR levelező tag: „Építményeink biztonsága” (1968. november 29).

#### *Felolvasó ülések*

GILLEMOT LÁSZLÓ akadémikus: „Nagysebességű ütőművek szerkesztése” (GILLEMOT LÁSZLÓ, MORZÁL JÁNOS és ifj. GILLEMOT LÁSZLÓ dolgozata alapján);

HELLER LÁSZLÓ akadémikus: „Gázturbina adta új lehetőségek a távhőellátás és a villamosenergiacsúcs egyidejű fedezésére”;

SZENDY KÁROLY, a műszaki tudományok doktora: „Villamos rendszerösszeköttetések tervezése valószínűségi változók figyelembevételével;

R. RITTER, Dr. Ing.: „A Coulomb-súrlódással csillapított periódusosan gerjesztett rezgőrendszerek” témaköréből tartott előadást az IUTAM magyar nemzeti bizottságának rendezésében.

### **Az osztály nemzetközi kapcsolatai**

#### *Nemzetközi szervezetek*

Az osztály jelenleg *10 nemzetközi szervezet* tagja, amelyek az egyes tudományterületek között a következőképpen oszlanak meg: Automatikai és energetikai tudományok 3; gépészeti és kohászati tudományok 1; híradástechnikai tudományok 3; mérnöki, építészeti és közlekedési tudományok 3.

A nemzetközi szervezetek magyar bizottságainál a lényegesebb események a következők voltak:

A Nagy Villamos Hálózatok Nemzetközi Konferenciája (CIGRÉ) magyar nemzeti bizottsága előkészítette Magyarország részvételét a szervezet párizsi ülészakára, amelyen az Akadémia megbízásából GESZTI P. OTTÓ levelező tag, a magyar nemzeti bizottság elnöke és KOVÁCS K. PÁL levelező tag vett részt.

Az Automatikus Irányítás Nemzetközi Szervezete (IFAC) magyar nemzeti bizottsága nagyszerű szimpóziumot szervezett.

Az Energia Világkonferencia (WEC) előkészítette Magyarország részvételét a moszkvai konferencián. Az ülészakon hazánkat 70 tagú delegáció képviselte. A kiküldött tanulmányoknak komoly nemzetközi visszhangjuk volt.

A Nemzetközi Elméleti és Alkalmazott Mechanikai Unió (IUTAM) magyar nemzeti bizottságának elnöki tisztségét az elhunyt GELEJI SÁNDOR akadémikus helyett először REUSS ENDRE, a műszaki tudományok doktora, majd az ő elhunytával SÁLYI ISTVÁN, a műszaki tudományok doktora, egyetemi tanár vette át.

A Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE) magyar bizottságának alelnöke, URBANEK JÁNOS részt vett a szervezet tudományos irányító bizottságának ülésén.

A Nemzetközi Vákuumtechnikai Unió (IUVSTA) Dijonban tartott végrehajtóbizottsági ülésen részt vett SZIGETI GYÖRGY akadémikus, a magyar nemzeti bizottság főtitkára.

A Nemzetközi Rádió Tudományos Unió (URSI) magyar nemzeti bizottsága értékelte a debreceni információelméleti kollokviumot, és foglalkozott a magyar részvétel előkészítésével a szervezet XVI. közgyűlésén.

A Nemzetközi Öntözési és Belvízrendezési Szövetség (ICID) magyar nemzeti bizottságát az osztály újjászervezte, és az elnöki tisztség ellátására BOGÁRDI JÁNOS levelező tagot kérte fel. Az újjászervezett bizottságban megfelelő képviselőt kapott mind az Országos Vízügyi Hivatal, mind a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium.

A Nemzetközi Talajmechanikai és Alapozási Társaság rendezte a nagyszerű III. budapesti talajmechanikai és alapozási konferenciát.

A Nemzetközi Híd- és Magasépítési Egyesület magyar csoportja a héjszerkezeti kollokvium és a III. korszerű méretezési konferencia keretében fejtett ki tudományos tevékenységet. Ezen kívül két dolgozattal vett részt a VIII. nemzetközi híd kongresszuson.

### *Utazások*

Az osztály nemzetközi kapcsolataiban jelentős szerepük van a tanulmányutaknak, valamint a megbeszélésekre és nemzetközi konferenciákra történő kiutazásoknak. Az osztály területén az elmúlt időszakban 193 személy

utazott külföldre, mégpedig 180 akadémiai tag, illetve akadémiai állományú dolgozó és 13 nem akadémiai állományú szakember. Az utóbbi utazásokhoz az osztály olyan esetekben ad támogatást, ha a kiküldött tudományos fokozattal rendelkezik, részt vesz egy akadémiai bizottság munkájában és a kiutazáshoz jelentős tudományos érdek fűződik.

A 180 kiutazásból 82 utat az Akadémia finanszírozott devizás kiküldetés, forinttámogatás, rövid vagy hosszú tanulmányút formájában. 20 kiutazás meghívás alapján történt, 78 kiküldetést pedig anyagilag más szervek támogattak.

A más szervek által támogatott 78 utazásból 51 utazást az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság biztosított az Automatizálási Kutató Intézet dolgozói részére, 28 esetben pedig más szervek, nevezetesen a Művelődésügyi Minisztérium, a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségéhez tartozó tudományos egyesületek, továbbá külkereskedelmi vállalatok utaztattak akadémiai állományú dolgozót külföldre.

Az 1968. évben osztályunk területéről 2 kutató utazott az Amerikai Egyesült Államokba 1 évre Ford ösztöndíjjal; 1 kutató 13 hónapos tanulmányútra ment Angliába a magyar—angol kulturális csereprogram keretében; 1 fő vendégkutatóként 1 évre Franciaországba utazott, 1 kutató 1 éves ösztöndíjat nyert a svájci Szövetségi Ösztöndíj Tanácstól, 1 munkatársunk az angol Royal Societyvel kötött tudományos egyezmény keretében 5 hónapos tanulmányúton vett részt Angliában, 1 kutató pedig 6 hónapos devizafedezetes tanulmányútra a Szovjetunióba utazott.

A tanulmányutakra vonatkozó igényeknél a kiutazást az osztály legtöbb esetben biztosítani tudja, kivételt képeznek a szocialista országok viszonylatában a 12 hetes egyezményes tanulmányutak, ahol az akadémiai közötti cserekeretek egyelőre nem tesznek lehetővé egy tudományos osztály területéről több kiküldetést. Az ilyen jellegű kiküldetéseket az osztály 6 hónapos devizafedezetes tanulmányutakkal pótolja. A tőkés országokban rendezendő konferenciákra a kiküldetések biztosítása még mindig nagy nehézséget jelent. Legtöbb esetben csak az akadémikusok igényeit tudja az osztály kielégíteni. Előadás tartása esetén, ill. ha a részvételhez jelentős tudományos érdek fűződik, úgy az osztály a nyugati országokban rendezendő konferenciákra magánútlevelel történő kiutazáshoz támogatást nyújt.

### *Külföldi szakemberek fogadása*

Az elmúlt időszakban az osztály összesen 57 külföldi vendéget fogadott. Az 57 szakember közül 5 az Akadémia vendégeként érkezett hazánkba. Az Akadémia vendégeként általában azokat a kiemelkedő külföldi tudósokat hívja meg az osztály Magyarországra, akikkel a személyes találkozás elősegíti az illető ország tudományos intézményeivel az együttműködést, ill. jelentős új kapcsolatok kialakításához vezet.

*Az osztály által fogadott külföldi szakemberek megoszlása  
tudományterületek szerint*

Tudományterület	Egyezményes keretben	Meghívásra	Összesen
Automatikai és energetikai tudományok	13	2	15
Gépészeti és kohászati tudományok...	15	2	17
Híradástechnikai tudományok .....	11	—	11
Mérnöki, építészeti és közlekedési tudományok .....	12	1	13
Egyéb .....	1	—	1
Összesen .....	52	5	57

*Közös kutatási témák*

Az elmúlt időszakban 28 közös kutatási téma területén működtek együtt az osztályhoz tartozó kutatóhelyek a szocialista országok akadémiai kutatóhelyeivel. A munkálatok az előző időszakhoz hasonlóan tervszerűen folytak.

*Az osztályhoz tartozó közös kutatási témák  
tudományterületek és országok szerinti megoszlása*

Ország	Automatikai és energetikai tudományok	Gépészeti és kohászati tudományok	Híradástechnikai tudományok	Mérnöki, építészeti és közlekedési tudományok	Összesen
Bulgária .....	1	—	—	3	4
Csehszlovákia .....	2	—	2	—	4
Lengyelország .....	1	2	2	2	7
Német Demokratikus Köztársaság .....	—	—	1	—	1
Románia .....	—	2	1	—	3
Szovjetunió .....	2	1	6	—	9
Összesen .....	6	5	12	5	28

**Az osztály könyv- és folyóiratkiadási tevékenysége**

*Könyvkiadási tevékenység*

1968 folyamán az osztály gondozásában összesen 9 mű jelent meg; ebből a 290 ívet kitevő osztálykeret terhére 6, a kiadói keret terhére pedig 3 mű esik. A művekből 3 monográfia, 2 kézikönyv, 4 pedig konferenciái kiadvány.

A megjelent könyveket az egyes szakterületek közötti eloszlás szerint csoportosítva, meg kell állapítani, hogy eltekintve az automatikai és energetikai tudományterülettől, a többi három tudományterület között arányosan oszlanak meg a megjelent könyvek.



*Az osztály gondozásában megjelent művek a következők:*

<i>Proceedings of the Third Colloquium on Microwave Communication</i> 1966 (szerkesztette KELLNER GÉZA és GÖDÖR ÉVA), angol nyelven .....	78,5 ív
<i>Harmadik Korszerű Méretezési Konferencia</i> (szerkesztette CZOBOLY ERNŐ), angol nyelven .....	47,0 ív
<i>Proceedings of the II. Colloquium on Thin Films</i> (szerkesztette HAHN EMIL), idegen nyelveken .....	47,0 ív
<i>Proceedings of the 3rd Budapest Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering</i> (szerkesztette KÉZDI ÁRPÁD), idegen nyelveken .....	48,7 ív
<i>Vaskohászati Enciklopédia XIII. kötet</i> (WELESZ RUDOLF: Vasporkohászati) .....	39,3 ív
<i>Vörös Imre: Fogaskereknek fogalakjai és fogalaktényezői a fogtö- szilárdság méretezéséhez</i> .....	14,5 ív
Összesen	275,0 ív

A művek témája mind tudományos, mind népgazdasági szempontból jelentős. A könyvek bel- és külföldi visszhangja az idő rövidsége miatt még nem volt összeállítható.

1968-ban értékelte az osztály először az 1966. évben megjelent műveket az Elnökség 16/1968 határozata alapján. A könyvértékelés oly módon történt, hogy az Elnökség által megadott, műfajok szerint részletezett előírások figyelembevételével értékelték a bizottságok, majd a szakcsoportok a műveket, és ezek alapján az osztályvezetőség rangsorolta a kiváló, illetve kifogásolható műveket. Kifogásolható mű nem jelent meg az osztály gondozásában. A kiváló művek közé három könyvet sorolt az osztályvezetőség. Ezek a következők:

CSÁKY FRIGYES: Szabályozások dinamikája;  
MAJOR MÁTÉ: Pier Luigi Nervi;  
SZÉCHY KÁROLY: The Art of Tunnelling.

*Folyóiratkiadási tevékenység*

Az osztályvezetőség a szerkesztő bizottság javaslatára az *Acta Technica* változatlanul hagyása mellett a két magyar nyelvű folyóiratnál, nevezetesen a *Műszaki Tudományok Osztálya Közleményeinél*, valamint az *Építés- és Közlekedéstudományi Közleményeknél* változtatást eszközölt, amely szerint a *Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei* a 41. számtól kezdve „*Műszaki Tudomány*” címmel jelenik meg, az *Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények* pedig 1969. január 1-től mint „*Építés-Építéstudomány*” jelenik meg. Mindkét lap változatlanul a *Műszaki Tudományok Osztálya közleményei* (ezt a cím alatt külön is feltüntetik).

A szerkesztőség az elmúlt évben is tartotta a 7-8 hónapos, de legfeljebb egyéves átfutási időt, ami részben az adminisztráció jó megszervezésének, részben az Akadémiai Kiadó és az Akadémiai Nyomda pontos, tervszerű munkájának az eredménye. A jövőben a szerkesztőség a *Műszaki Tudománynál* át kíván

## Az 1968-ban megjelent folyóiratkötetek

Folyóirat	Kötet	Füzet	A tanulmányok száma	Ívterjedelem
Acta Technica .....	4	16	114	120
Műszaki Tudomány .....	1,5	6	33	45
Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények .....	1	4	19	38
Összesen .....	6,5	26	166	203

## A cikkek tudományterületek szerinti megoszlása

Tudományterület	A cikkek száma
Automatika, energetika, híradástechnika	24
Gépészet, kohászat .....	21
Mérnöki, építészeti .....	69
Összesen .....	114

## A szerzők tudományos fokozata szerinti megoszlás

Tudományos fokozat	Cikkek száma
Akadémikus, levelező tag .....	10
Tudományok doktora .....	16
Kandidátus .....	20
Egyéb .....	31
Külföldi .....	37
Összesen .....	114

## A cikkek nyelvek szerinti megoszlása

Nyelv	A cikkek száma
Angol .....	64
Francia .....	9
Német .....	29
Orosz .....	12
Összesen .....	114

térni egyes tudományterületek hazai helyzetképének közlésére. Ezek az összefoglaló jellegű tanulmányok majd nagyobb díjazásban részesülnek, úgyszintén a részletes, kritikát is tartalmazó könyvértékelések. Az elmúlt időszakban az *Acta Technica* hasábjain 12, a *Műszaki Tudománynál* pedig 10 könyvismertetés jelent meg.

## HOZZÁSZÓLÁSOK

AZ OSZTÁLYTITKÁRI BESZÁMOLÓHOZ

BENEDIKT OTTÓ

AKADÉMIKUS

Néhány olyan kérdéshez kívánok hozzászólni, amelyek szorosan kapcsolódnak Bocsnár Géza akadémikus osztálytitkár jelentéséhez. Az első kérdés az új gazdaságirányítási rendszernek egyes kutatóhelyeken már érezhető kedvező hatására vonatkozik, amelyet az a tény idéz elő, hogy a gazdálkodás merevebb formái bizonyos mértékben szabadabbá váltak. A jelentés sok más fontos tény mellett arra is utal, hogy a főhivatású akadémiai kutatóhelyeken a szerződéses munkák vállalási lehetősége lényegesen megnőtt, ami mind az intézetfejlesztés, mind a kutatók anyagi érdekelttsége szempontjából kedvező. Ezzel kapcsolatosan rá kell mutatni a szerződéses munkáknak még egy további rendkívül fontos előnyére, ez pedig az, hogy a kutatómunka elméleti eredményeinek a gyakorlatba való átültetését elősegíti. E kérdésben mutatkozik az új gazdaságirányítási rendszernek az ipar és az akadémiai alap kutatás közötti kapcsolatra kifejtett olyan hatása is, amely mind az ipar, mind a tudományos kutatómunka fejlődését külön-külön igen nagymértékben előnyösen befolyásolja.

A gazdaságirányítási rendszer reformjának megkezdése előtt gyakran találkoztunk azzal a ténnyel, hogy amikor sokéves elméleti munka eredményét meg akartuk valósítani az iparban, akkor az utóbbi erre nem volt hajlandó. Ennek mindig visszatérő valódi fő oka az volt, hogy az ipar még nem kényszerült rá olyan új utak keresésére, amelyek nagy gondokkal, valamint kockázattal járnak, és ezért — tudatosan vagy tudat alatt — a legegyszerűbbnek látszó meglévő technológiai problémákra, vagy más fennálló gyári nehézségekre hivatkozva az akadémiai tudományos intézmények javaslatait visszautasítani. Ezt megkönnyítette az a körülmény is, hogy a tudományos intézmények az iparral való szoros kapcsolat hiányában sokszor valóban nem voltak képesek az ipar fejlődésének és a technológiák kidolgozásának várható irányát, valamint ütemét több évre előre helyesen látni.

Mind a két szempontból nézve már a gazdaságirányítási rendszer reformjának kezdete is bizonyos érezhető előnyös változást hozott. Egyrészt az ipar fokozódó mértékben kezd érdeklődni új tudományos eredmények után, és éppen az említett szerződések segítségével igyekszik ezeket az eredményeket magának megnyerni, másrészt a szerződések biztosítják az akadémiai intézmények számára azt, hogy kutatási tevékenységük eredményeit az ipar tényleg át fogja venni, és egyben azt a lehetőséget is nyújtják az intézeteknek, hogy az ipar igényeit, lehetőségeit és fejlődési tendenciáit az eddiginél pontosabban, realisabban ítélhessék meg.

Felmerülhet talán az a kérdés, hogy a határidőkhöz kötött szerződéses munka nem csökkenti-e az intézetekben folyó alap kutatás szintjét, amely tudvalevőleg hosszabb távlatú tervezést és szervezést követel. Ilyen veszély azonban nem áll fenn, ha igyekszünk a szerződéses munkák keretén belül azokat a kutatási eredményeket megvalósítani, amelyek hosszútávú alap kutatás már elért ama részeredményeit képezik, amelyek megérték arra, hogy az ipar átvehesse azokat.

Az a tény, hogy ilyen módon meggyőződhetünk részeredményeink gyakorlati megvalósítási lehetőségeiről, még jobban segít bennünket a várható fejlődésnek az eddiginél helyesebb extrapolálásában, aminek alapján realisabban tervezhetünk hosszú távon is olyan alap kutatást, amely népgazdaságunknak — ha bár esetleg csak hosszabb idő múlva — konkrét hasznot ígér.

A hosszabb távú alap kutatásnak egy másik problémája a nemzetközi tudományos kapcsolatok kérdése. Tekintettel arra, hogy az automatizálás területén a Szovjetunió mind elméletileg, mind gyakorlati vonatkozásban messze előttünk jár, világos, hogy milyen fontos az Automatizálási Kutató Intézet szempontjából a szovjet tudósokkal való minél szorosabb kapcsolat megteremtése. Megvalósításának azonban hosszú időn át az volt az akadálya, hogy a magyarországi és a szovjetunióbeli akadémiai tudományos intézmények közötti kapcsolatot a két akadémia központi szervein keresztül kellett létrehozni és lebonyolítani, ami nemcsak sok formalitáshoz és bürokráciához vezetett, hanem ahhoz is, hogy a központi szervek sok esetben nem is tudták, hogy melyik az az intézmény, amelyet a másik ország megfelelő intézményével célszerű kapcsolatba hozni. Amikor a Szovjetunió Tudományos Akadémiájának elnöke, KELDIS professzor az Automatizálási Kutató Intézetet meglátogatta és e kapcsolatokról való véleményünket kérte, őszintén feltártuk előtte az említett nagy hiányosságokat, és azt javasoltuk, hogy léphessenek végre egymással közvetlen kapcsolatba a két ország tudományos intézményei. KELDIS professzor nagy megértéssel fogadta javaslatainkat, és azóta történtek már igen fontos lépések ezen új irány megvalósítása érdekében. Így pél-

dául 1968-ban BOGNÁR GÉZA akadémikus, mint a Műszaki Tudományok Osztályának osztálytitkára Moszkvában már közvetlenül a szovjet Akadémia megfelelő osztálytitkárával kötött keretszerződést, amelynek alapján intézetünk legkompetensebb tudományos vezetőiből álló nagy delegáció utazott a Szovjetunióba. Ott több olyan intézettel léptünk kapcsolatba, amelyek hasonló témákon dolgoznak mint mi, és számos intézettel kötöttünk tudományos együttműködésre vonatkozó szerződéseket, amelyeknek egy része igen értékesnek bizonyult.

Egy harmadik problémakörrel, amely az automatizálás mellett a Műszaki Tudományok Osztályának több más területén is időszerű, nemcsak az Automatizálási Kutató Intézetben, hanem a Tudományos Minősítő Bizottságnak abban a bizottságában — az Energetikai Bizottságban — is találkozom, amelynek elnöki teendőit látom el. E kérdés az *újdonság kritériumára* vonatkozik. Világos, hogy a tudomány legtöbb területén ez nagyon egyszerű kérdés, amelyet az dönt el, hogy a szerző tudományos eredményét már publikálták-e valahol vagy nem. Nagyon jól tudjuk azonban, hogy például az automatizálás vagy a híradástechnika terén a dolog egészen másképpen áll. Itt ugyanis előfordulhat, hogy egy fontos eszköz vagy készülék más országban már megvásárolható, de hazai viszonylatban még nem ismerjük a hozzájuk tartozó technológiát. Ha ilyen körülmények között valaki Magyarországon kidolgozza a technológiát — esetleg óriási tudományos munka befektetésével —, és ha ezt az új technológiát leírja egy tudományos intézeti jelentés formájában, akkor senki sem kételkedik abban, hogy ez egy új tudományos eredmény, továbbá, hogy az az intézet vagy gyár, amelynek ez sikerült, ezzel nagy érdemeket szerzett. Ha azonban ugyanez a jelentés disszertációként készülne, akkor a Tudományos Minősítő Bizottságban bizonyára sokan azon a véleményen lennének, hogy mi ebben az újdonság, amikor az eredmény külföldön megvásárolható.

Vagy vegyük a következő példát. Ha valaki ismert matematikai apparátus segítségével bizonyos műszaki paraméterek közötti, eddig még nem publikált összefüggést talál, akkor a Tudományos Minősítő Bizottság a mai napig is uralkodó nézetek szerint még abban az esetben is elismeri, hogy ezáltal a tudomány új eredménnyel gazdagodott, ha nem is biztos, hogy ez az új összefüggés valaha felhasználható valamiféle fontos célra. Ha azonban valaki mély és bonyolult tudományos elgondolások alapján újat és hasznosat alkot, majd átülteti ezt az életbe, akkor disszertáció benyújtása nélkül sokan nem ismerik el tudományos fokozatok odaítélésére alkalmas alapnak. Így állhatnak elő azután olyan helyzetek, mint például az Automatizálási Kutató Intézetben, ahol az egyik osztályvezető, akit régebben elért tudományos alkotásai alapján területének minden szakembere nagyra értékelt, vissza kellett minősíteni tudományos munkatársá, mert még nem nyújtotta be a Tudományos Minősítő Bizottsághoz disszertációját. Persze önkritikával el kell ismernünk azt is, hogy az intézeti vezetésnek még jobban kellett volna az illetőt ebben az irányban buzdítani. Meg lehet azonban érteni, hogy egy osztályvezető az ilyen helyzetben a következő dilemmába kerül: mi fontosabb, hogy hat hónapon keresztül írjon egy disszertációt, vagy ugyanezen idő alatt inkább arra koncentrálja a munkáját, hogy a vezetése alatt álló osztály ismét valami újat alkosson.

Az ilyen dilemmák elkerülése végett szükséges lenne, hogy a Tudományos Minősítő Bizottság végre tegye lehetővé *tudományos ipari alkotások megvédését* is disszertáció helyett. Ki kell természetesen hangsúlyozni, hogy itt nem általában alkotásokról (pl. találmányokról, vagy új gépekről, hidakról, házakról) van szó, hanem olyan ipari alkotásokról, amelyek mély tudományos elgondolások alapján születtek. A kritérium arra, hogy milyen ipari alkotást lehetne disszertáció helyett elfogadni — és ez az említett új technológiákra is vonatkoznék — az lehetne, hogy tézisek formájában fel kellene pontosan sorolni miben álltak a megoldandó tudományos problémák; milyen tudományos elgondolások alapján kereste a szerző a megoldást; mit igazolt ebből a gyakorlati megvalósítás; milyen új problémák keletkeztek és nyertek megoldást a megvalósítás során stb. Ilyen módon teljesen egy nevezőre lehetne hozni a disszertációk és az ipari tudományos alkotások védését. Mind a két esetben a téziseknek kellene visszatükrözniük a tudományos munka új eredményét és az opponensek feladata lenne megvizsgálni, hogy a disszertációban leírt vagy az alkotásokban megvalósított tudományos elgondolások igazolják-e a védendő tézisek tartalmát és indokolták teszik-e a tudományos fokozat odaítélését a szerző részére. Ilyen módon a Tudományos Minősítő Bizottság vonalán is sokkal közelebb kerülnénk egyik fő célunkhoz, vagyis a tudományos elmélet és gyakorlat egységének a megteremtéséhez.

#### SZIGETI GYÖRGY AKADÉMIKUS

Az osztálytitkári beszámolóval kapcsolatban néhány szót kell szólni arról a kérdésről, hogy mennyiben érezhető a *Műszaki Fizikai Kutató Intézet* működésénél az új gazdaságirányítási rendszer hatása. Az intézet — mint tudjuk — 11 évvel ezelőtt alakult abból a

célből, hogy a híradástechnikai és főleg a vákuumtechnikai ipar számára fontos területen anyagszerkezeti alapkutatásokat végezzünk. A kutatások megtervezése, célkitűzése és finanszírozása az eddigiekben a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának keretében történt. Az új gazdaságirányítási rendszer módot ad arra, hogy a munkát közvetlenül az ipar vagy az ipart irányító hatóságokkal kötött szerződések keretében végzett kutatásokkal kiegészítsük. Ez a lehetőség az intézet számára egyrészt a munkaterület kiszélesítését és az anyagi bázisok megszilárdítását jelentheti, másrészt azzal a veszéllyel is jár, hogy az anyagi eszközök nagyobb lehetősége az intézet munkáját a napi problémák, a praktizmus irányába tereli el. Mindezek figyelembevételével úgy gondoltunk, hogy a szerződések keretében való munkának két módját próbáljuk meg az első év során.

Az egyik fajta szerződést az intézet az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal kötötte annak érdekében, hogy a felvezetők eszközök fejlődése terén ma a legnagyobb távlatlan rendelkező integrált áramkörök továbbfejlesztéséhez ezen áramkörök alapját képező egyes, jól definiált fizikai és fiziko-kémiai jelenségek megismerése céljából végezzünk távlati jellegű alapkutatást. E kutatás költségeit az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság fedezi. Az intézet az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottsággal szemben vállalt kötelezettségének eddig esedékes részfeladatait teljesítette, és úgy látjuk, hogy a szükséges technológiai feltételek megvalósulásával, több korszerű eljárás hazai bevezetéséhez fog majd alapkutatásaival segítséget nyújtani.

A másik fajta szerződés szocialista, tehát előzetes anyagi kihatás nélküli szerződés, amelyet az intézet a kutatási területén működő legnagyobb iparvállalattal, az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Részvénytársasággal kötött. Ennek értelmében az alapítólevélben kitűzött célt jobban megközelíthetjük és munkánkat az eddigieknél sokkal eredményesebbé tehetjük. Ennek a szerződésnek az a lényege, hogy a vállalat és a kutatóintézet vezetői közösen egyeztetik a két intézménynél folyó ipari kutatás, illetve alapkutatás távlati célkitűzéseit, vagyis olyan ipari kutatás számára fog a kutatóintézet alapkutatást végezni, amelynél az ipari kutatók az alapkutatással nyert ismeretanyagot fel is tudják és fel is kívánják használni. Az intézet és a vállalat műszaki vezetői egyben kölcsönösen megvitatják a rendelkezésre álló irodalom, a saját kutatási eredmények és a vállalat által végzett igény-felmérések, valamint piackutatások alapján a termékek fejlődésének fő irányvonalait. A kutatóintézet a vállalatot ezen irányvonalnak megfelelő fejlődésről, a tudomány haladása terén mutatkozó és az iparban felhasználható eredményekről állandóan tájékoztatja és saját kísérleti tapasztalatait átadja.

Az ipar számára a szocialista szerződés keretén belül az intézet az említett kutatásokon túlmenően a felvezetők területén több összefoglaló tanulmányt adott át, amelyek részben az eddigi eredményeket ismertetik, részben a további együttműködésre adnak alapot. Igen fontosnak látjuk az együttműködést a fényforrásgyártás területén is. Itt a kutatási eredmények főleg a tömeggyártásban előállított termékek minőségének javítását és az egyes igen kellemetlen selejtjénnyezők okainak felderítését célozzák. Így pl. a fénycsövek működése során mutatkozó fénycsökkenés egyik oka a fénycsövek oxidkatódjának porlódása. E jelenséget vizsgálva új katódananyagot dolgoztak ki az intézet kutatói, amelyek a kísérleti tanúsága szerint az üzemszerűen használt oxidkatódoknál stabilabbnak mutatkoznak. A fénycsöveknél a kutatás célja az ívkiülés létesítésének megkönnyítése volt, ezzel szemben egy másik kutatócsoportunk éppen azon fáradozott, hogy hogyan lehet bizonyos körülmények között az ívkiülés létesülését megakadályozni, és ilyen módon elejét venni annak, hogy az izzólámpák legkellemetlenebb hibája, a bekapcsolás pillanatában az ívképződés folytán mutatkozó kiégés bekövetkezzék. Az ezen a területen végzett kísérletek igen biztatók: az eljárásnak a tömeggyártásba való bevezetése most van folyamatban.

A kutatók egy további csoportja a volframfémnek, az izzótest alapanyagának megjavítására törekszik. Az izzólámpaipar számára a világon mindenütt olyan volframfém készítenek, amelyben milliomodrészes kálium, szilícium és alumínium tartalmú adalékanyagokkal idézik elő a szükséges jó (nagykristályos stb.) technológiai tulajdonságokat. Még a legújabb nemzetközi irodalomból is az tűnik ki, hogy ezeknek az adalékanyagoknak a hatás módja ma sem ismeretes. Ennek felderítésére széleskörű nemzetközi kutatómunka folyik, amiben a hazai volframkutató is jelentős részt vesz. Vannak kutatók, akik a fémfizikai jó hatást rendkívül finoman eloszott adalékreszecséknek (oxidoknak, szilikátoknak stb.) tulajdonítják, mások viszont az okot mikropórusok diszperz rendszerében keresik. A Műszaki Fizikai Kutató Intézetben folyó hazai volframalapkutatás már régóta (elsősorban 1962 óta) nem részecséknek és nem pórusoknak, hanem különleges idegenatomoknak tulajdonít nagy vagy döntő szerepet a fémfizikai jó volframtulajdonságok előidézésében.

A Műszaki Fizikai Kutató Intézet volframalapkutatása együttműködésben az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Részvénytársaság volframkutatóival és volframspecialistáival fokozatosan kimutatta, hogy a klasszikus adalékhármashoz az  $Al_2O_3$  tartalmú komponens

$Ga_2O_3$  tartalmú adalékra, valamint a  $K_2O$  tartalmú komponens  $Tl_2O$  tartalmú adalékra cserélhető fel a fémfizikai jó hatás megtartásával. Minthogy a  $Ga_2O_3$ -ot és a  $Tl_2O$ -ot a hidrogén-gáz fémig kiredukálja, a volfrámfémpor-készítés szokásos módja révén bizonyítást nyert, hogy a klasszikus adalékhármas jó hatása megmarad (sőt fokozódik), ha az adaléknyomok  $Al_2O_3$  helyett gallium atomoktól a  $K_2O$  helyett tallium atomoktól származnak.

Ennek a már megadott szabadalmakkal védett felismerésnek műszaki hasznosítása a jobb megmunkálhatóság és a nagyobb tulajdonság-egyenletesség érdekében a Műszaki Fizikai Kutató Intézet, valamint az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Részvénytársaság 1967. június 12-én kötött együttműködési megállapodása keretében folyamatban van. A szabadalmakat az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Részvénytársaság átvette.

A Műszaki Fizikai Kutató Intézet, valamint az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Részvénytársaság volframspecialistái mintegy kéthetenként tartanak végrehajtó hatályú munkamegbeszéléseket. Ennek az együttműködésnek a gyakorlati értéke kitűnik abból, hogy 1968-ban és 1969-ben a klasszikus adalékhármas harmadik oxidos komponensének – a  $SiO_2$ -nek – atomos helyettesítése is sikerült, továbbá abból, hogy egyrészt hozzájárult a volfrámdrótkészítés technológiájának jelentős javításához, másrészt a Műszaki Fizikai Kutató Intézet alap kutatását a gyakorlat leglényegesebb pontjaira irányította, és elősegítette a drótegyenletesség vizsgálatára szolgáló új elméleti, valamint laboratóriumi módszerek (termofeszültségmérés stb.) kidolgozását.

Mindezek a munkák mind összefüggések felismerésére, mind az iparban alkalmazható találmányok megszületésére vezetnek. Az új gazdaságirányítási rendszer szellemének megfelelően szerződést kötöttünk az Egyesült Izzólámpa és Villamossági Részvénytársasággal. Amelynek értelmében a vállalat az intézetben megszülető találmányokra opciót kötött ki. Eszerint az intézet bejelentett találmányait először a vállalatnak ajánlja fel, és ha a találmányra a vállalat igényt tart, úgy az intézet részére találmányonként egy meghatározott összeget fizet. Ezen túlmenően az intézet kötelezte magát arra, hogy amikor a találmány bevezetésre kerül, a megvalósításban a vállalat részére hathatós segítséget nyújt; a vállalat viszont a gazdasági eredményből a feltaláló mellett a találmány kidolgozásához lehetőséget biztosító intézetet is részesíti a gazdasági eredmény bizonyos hányadából.

## SZÉCHY KÁROLY

LEVELEZŐ TAG

Jól ismert tény a műszaki tudományok roppant kiterjedése, az a rendkívül nagy terület, amelyet a műszaki tudományok átfognak, és így az a feladat is, ami az Akadémia előtt állt, amikor a Műszaki Tudományok Osztályát újjászervezte. Az is természetes volt, hogy az első osztályozásnál a műegyetemi karokra alapozva épült fel a tudományos bizottságok rendszere, és ebben a rendszerben a bizottságok nagy része saját tudományterületét művelte több-kevesebb sikerrel, de mindenesetre igen nagy ambícióval. Elkerülhetetlen volt, hogy e munkán belül ne műveljenek egyes bizottságok olyan területeket, amelyek esetleg más bizottságok munkáját is érintették, de az adottságok következtében más szempontok szerint tárgyalták a kérdéseket. Az elmúlt években azután megszületett a bizottságok tudományágak szerinti átszervezése, és így érdeklődésre tarthat számot néhány adalék azzal kapcsolatban, hogy milyen eredményei láthatók ennek az átszervezésnek a Mérnöki, Építészeti és Közlekedési Tudományok Szakcsoportja területén.

Az Akadémia egyik leghasznosabb tevékenysége a szűkebb vagy tágabb témakörökben rendezett konferenciák, szimpóziumok, kollokviumok szervezése, amelyek vagy valamely szélesebb tudományos témakör tárgyalására hivatottak nemzetközi részvétellel és nagyobb nyilvánosság előtt, vagy egy-egy kérdésnek, szűkebb tudományos problémának a tisztázását célozzák a hazai körök bevonásával. A Mérnöki, Építészeti és Közlekedési Tudományok Szakcsoportja területén az elmúlt évben különböző igényekkel tartott rendezvények jól tükrözik az új tudományágak szerinti osztályozódás következtében kifejldött elmélyültebb együttműködést.

1968 október havában megrendezésre került a *III. budapesti talajmechanikai és alapozási konferencia*, amely igen nagy nemzetközi, illetve hazai részvétellel zajlott le és igen nagy nemzetközi sikerrel zárult. A konferencián az erre elsősorban hivatott Talaj- és Kőzetmechanikai Bizottságon kívül igen tevékenyen részt vett a Föld és Bányászati Tudományok Osztálya, tehát a geológia és a bányászat is, ami ennek a három tudományágnak az együttműködését jelentette.

A Gépészeti és Kohászati Tudományok Szakcsoportja rendezte a *III. korszerű méretezési konferenciát*, amihez a Mérnöki, Építészeti és Közlekedési Tudományok Szakcsoportja ugyan csupán csatlakozott, mégis az együttműködésnek kétségkívül szép példáját adta,

és a különböző szempontoknak a konferencián való előadása termékenyítőleg hatott mindkét irányban a tudomány továbbfejlesztésére.

A szimpóziumok között a *folyószabályozás és hordalékmozgás időszerű kérdéseiről* a Vízgazdálkodási Bizottság tartott szintén nemzetközi részvétellel szimpóziumot, amely ugyancsak a hidrológia és ezen keresztül a geológiai művelőinek együttműködését biztosította.

1968 november havában a *közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjairól* a Közlekedési Bizottság tartott szimpóziumot, amelyen gazdasági szakemberek is részt vettek.

A kollokviumok közül a kinetika és kinematika tárgyában tartott kollokvium ismét a gépész- és mérnökszakemberek legszorosabb együttműködését hozta létre és tette lehetővé, ami szintén termékenyítőleg hatott mindkét csoporton belül a közös tudományág fejlesztésére. A kollokviumot egyébként a Kinetikai és Kinematikai Bizottság szervezte, amely a Gépészeti és Kohászati Tudományok, valamint a Mérnöki, Építészeti és Közlekedési Tudományok Szakcsoportjának közös bizottsága.

1968 november havában zajlott le a *héjszerkezeti kollokvium*, amely tulajdonképpen a szakcsoport területén belül, tehát a mérnök és építész résztvevőknek a közreműködésével folyt le nemzetközi részvétellel.

Végül 1969 április havában *szilárdságtani-rugalmassági kollokvium* volt, amely ismételen lehetővé tette, hogy a mérnök és építész statikusok mellett a gépészet területén működő szakemberek is szóhoz jussanak, és saját problémáik feltárásával, valamint a megoldási módszerek nyilvánosságra hozásával kölcsönösen inspirációt adjanak egymásnak.

Ugyancsak 1969 április havában zajlott le a *kibernetikai konferencia* a Közlekedés-tudományi Egyesülettel és az Építészettudományi Bizottságnak a képviselőivel közösen, ami ismét lehetőséget adott több tudományág művelő csoportok közreműködésére.

Ez a néhány példa csak azt akarta illusztrálni, hogy egyrészt mennyire alkalmasak a különböző szintű és különböző nyilvánosságot igénylő konferenciák, szimpóziumok és kollokviumok az Akadémia tudományos működésének megvalósítására — akár egy szűkebb problémára koncentrálódnak, akár egy tudományterületet fognak össze — másrészt, hogy mennyire elősegítik a különböző területeken dolgozó kutatók együttműködését és így a tudomány továbbfejlesztését.

Egy további kérdés a tudmánynak a gyakorlattal való kapcsolata. amiről a főtítkári beszámolóban is szó esett, és amely területen rendkívül sok tennivaló van, mert kétségtelen, hogy a kapcsolat a tudományos kutatás és a gyakorlati megvalósítás között nem megfelelő minőségű. Ebben a vonatkozásban kiemelendő az osztálytitkári beszámolóban az a bejelentése, hogy a jövőben azokat a tudományos helyzetképeket, amelyeket egyes tudományterületeken a tudományos bizottságok kidolgoztak, a *Műszaki Tudomány* rendszeresen közölni fogja, és így azok a nagyobb műszaki nyilvánosság részére hozzáférhetővé válnak. Ezek a tudományos helyzetképek az egyes tudományágak fejlődésének határozott iránymutatói lehetnek, ha azokat megfelelően értékeljük és hasznosítjuk. Ez azonban egymagában még nem elégséges. Ezeket a helyzetképeket el kell juttatni az ipari tárcák műszaki fejlesztési főosztályaihoz, és az ezekkel létrehozott közvetlen kapcsolat révén az ottani fejlesztési irányelvek is összhangba hozhatók ezekkel a helyzetképekkel.

Az egyes tárcák műszaki fejlesztési főosztályaival vagy műszaki osztályaival való együttműködést igényli a kutatási eredményeknek a gyakorlatban való közvetlen megvalósítása is. Ehhez a legtöbb esetben hiányoznak a félüzemi vagy üzemi kísérletek lebonyolításához szükséges személyi és anyagi feltételek, amit viszont csak a tárcák tudnak a leghatékonyabban biztosítani. A tárcák, illetve a tárcavezetés részéről kétségtelenül meg is van ezzel kapcsolatban a jószándék, de például az építés szakterületén az építő vállalatok gazdálkodási rendszere nem teszi lehetővé a kísérleti jellegű gyakorlati munkálatok lebonyolítását, mert számukra ez sem a bérgazdálkodás, sem a tervteljesítés, sem pedig az új mechanizmusban előírt gazdasági eredmények elérése céljából nem kedvező tényező.

Ezért multhatatlanul szükséges volna az ilyen kísérletek lebonyolításához az egyes tárcákon belül külön vállalatokat vagy vállalati részlegeket létrehozni, amelyeket akár a műszaki fejlesztési alapról lehetne támogatni, vagy amelyeknek a működését költségvetési alapról lehetne fedezni. Ezek tehát nem volnának szigorúan a vállalati gazdálkodás keretei közé szorítva, és így a kutatási eredmények megvalósítását valóban a tudományos igényeknek megfelelően, az ott megkívánt alapossággal és időigénnyel lehetne végrehajtani.

## KÉZDI ÁRPÁD

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

A Műszaki Mechanikai Tanszéki Munkaközösség, valamint a Talaj- és Kőzetmechanikai Bizottság tevékenységét összefogja és jóformán egységgé teszi a mechanikai tudományok művelése. Éppen ezért igen nagy örömmel hallottuk mind az elnökségi, mind az osztály-

titkári beszámolóból, hogy a *Műszaki Mechanikai Kutató Intézet* felállítása tekintetében a lépések most már konkrétan megindulnak. A műszaki mechanika fontosságát ma már felesleges külön hangsúlyozni, csak azt kell még kiemelni ezzel kapcsolatban, hogy az építés területén a mechanikának és a matematikának eredményes behatolása a tudományos továbbfejlesztést jelenti. E területen ezen a ponton válik el egymástól a technológia és a tudomány alkalmazása. A mérnök csak akkor tud mennyiségileg kellően gazdaságosan méretezni, ha tevékenysége nem pusztán az empirián, hanem a mechanika alkalmazásán alapul.

A Műszaki Mechanikai Tanszéki Munkaközösség különféle munkaterületeken dolgozó mérnököket egyesít, ami rendkívül szerencsés körülmény. Már most meg lehet ugyanis figyelni kisebb jeleket abban az irányban, hogy ez a közös tevékenység és közös munka a munkamódszereknek, valamint a mechanikai kutatásban alkalmazott eljárásoknak egymáshoz való közeledését vagy legalább az azonosság felismerését jelenti. Később megindulhat egy bizonyos integráció is, amiből a mechanikai tudományok minden ágazatának haszna lesz. Ebben a vonatkozásban is sokat várunk a Műszaki Mechanikai Kutató Intézettől, amely egy fedél alatt egyesítve a kutatókat, ennek az integrációnak még jobb alapot fog nyújtani.

Ne várjunk azonban a műszaki mechanika területén mindent az intézet felállításától és munkájának megindulásától. Az osztálytitkári beszámoló hangsúlyozottan kiemelte a célprogramok fontosságát. Eddig a műszaki mechanika területén a kutatási témák többé-kevésbé ötletszerűen kerültek megállapításra, a rendelkezésre álló kutatói vagy vezetői kapacitásnak megfelelően. A következőkben ezt sokkal általánosabbá, átfogóbbá kell tennünk, amihez hozzá fognak segíteni az említett kutatási célprogramok. Ezeknek az összeállítás koncepciót és távlatot adhat a mechanikai kutatásoknak is. Így például a földnyomás problémája a mélyépítésnek egyik fontos műszaki mechanikai kérdése, amely a legegyszerűbb támfaltól kezdve az épületi alapok teherbírásának vizsgálatára, vagy a földalatti terek létesítése alkalmával fellépő erőknek a vizsgálatáig sok-sok területen központi helyet foglal el és eredményei közvetlenül alkalmazásra találnak a mérnöki gyakorlatban. Egy-egy ilyen problémát célprogrammal összefoglalva, vagy egy még magasabb integrációba állítva, a kutatás és annak gyakorlati alkalmazása lényegesen előbbre vihető.

Ezt a koncepciót, ezt a távlatot az Akadémia tudományos bizottságai hivatottak megadni. Nélkülük ez nem valósítható meg, és nekik mind a koncepció kidolgozásában, mind az egész célprogramnak a gondozásában és ellenőrzésében igen nagy szerepet kell vállalniuk. Ezzel kapcsolatban néhány szót kell mondani a Talaj- és Kőzetmechanikai Bizottság munkájáról, amely szintén a tudományágak szerinti összefogás jegyében alakult meg. Igen szerencsés az a körülmény, hogy ebben a bizottságban a mérnökök mellett geológusok — a mérnök-geológia és kőzetmechanika képviselői — is helyet foglalnak, mert hiszen a mérnök számára a geológia eredményei is akkor válnak igazán felhasználhatókká, ha a mechanika alkalmazása révén azok a mennyiségi vizsgálat célját szolgálják. A bizottság összetételében jelentkező komplexum rendkívül sok előnnyel jár, aminek már néhány közvetlen, gyakorlati eredményét is tapasztalhatjuk. Ide sorolom például a kőzetmechanikai helyzetkép kidolgozását, azután itt említhetem meg a közös kutatási témákon való munkálkodást, például a homok és agyag közötti átmeneti, Magyarországon igen nagy jelentőségű talajfélések vizsgálatát, vagy a mérnök-geológiai térképezés irányelveinek lerögzítését. Az ilyen jellegű munkásság a területnek igen nagy hasznára lesz és a közös fejlesztést teszi lehetővé.

Mindezek ellenére éppen ez a szakterület felszerelés — laboratóriumi, külső és vizsgálati felszerelés — tekintetében rendkívül mostoha körülmények között végzi munkáját, ami hovatovább már a fejlődés gátjává válik. Ellen lehetne vetni azt, hogy a szakterület a meglévő felszereléssel is szép eredményeket ért el, amelyeket a nemzetközi konferenciákon, valamint a nemzetközi irodalomban széleskörűen idéznek és a szakterület tankönyvei, valamint szakkönyvei nemzetközi viszonylatban igen szép sikereket értek el. Ha tehát mindezt ezzel a felszereléssel el lehetett érni, akkor talán nem is szükséges annak fejlesztése, hanem célszerűbb ez ott, ahol talán gazdagabb felszerelés van, de nem értek el ilyen eredményeket.

Nem lenne kívánatos, ha ebből a megállapításból azt a következtetést vonnánk le, hogy a felszerelés korszerűsítése gátja lenne a további fejlődésnek, hiszen éppen ellenkezőleg ez az előfeltétele annak. E szakterületen az ilyen irányú beruházás és fejlesztés termékeny talajra talál, amire elég biztosítékot nyújt a *III. budapesti talajmechanikai és alapozási konferencia* sikere, jó visszhangja, valamint a konferencia alkalmával kiadott beszámoló magas színvonala.

Ezért a szakterület nevében ismételtelen azt a kérést kell előterjesztenünk, hogy a fejlődés ilyen vonatkozásban is induljon el, hogy legalábbis mire a *Műszaki Mechanikai Kutató Intézet* laboratóriumi megalakulnak, már rendelkezünk olyan felszereléssel, amely lehetővé teszi az újabb felendülést.



KAZINCZY LÁSZLÓ  
A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

A gépgyártás technológiájával kapcsolatos kutatások gazdasági és tudományos fontossága közismert. Az osztálytitkári beszámoló megemlítette, hogy a kutatások eredményessége -- legyenek azok akár alap, akár alkalmazott műszaki kutatások -- a jövőben jobban lesz biztosítva, mint eddig. Ezzel kapcsolatban a *Népszabadság* 1969. május 6-i számának egyik cikke, amelynek címe „*A tudomány és az új mechanizmus*” egy helyen azt mondja: „*fontos, hogy a tudomány fejlődésének belső törvényeiből fakadó problémák közül minél inkább az olyanok megoldására összpontosítsunk nagy erőket, amelyek a tudósok megítélése szerint a belátható jövőben szerephez fognak jutni a társadalmi gyakorlatban.*” E mondat közvetve azt tartalmazza, hogy ha egy -- a mi esetünkben technológiával összefüggő -- kutatással elindulunk, akkor előzetesen koordinálni kell, vagyis figyelembe kell venni a kutatóhelyet és annak felkészültségét mind szellemi, mind pedig anyagi vonatkozásokban.

A tanszéki kutatóhelyek munkájának véleményezése azt mutatja, hogy ez a koordinálás általában nem történik meg. Pedig a kutatások eredményessége éppen az osztálytitkári beszámoló szerint nemcsak a szellemi ráfordításoktól: a kutatást vállalók, illetve a kutatók munkájától, lelkesedésétől és felkészültségétől függ, amik legnagyobb részét semmi kívánnivalót sem hagynak maguk mögött, hanem az anyagi ráfordításoktól is.

A tanszéki kutatóhelyeken ezek az anyagi ráfordítások azonban gyakran hiányoznak. Így például a szerszámgépek megmunkálási pontosságával kapcsolatban rendkívül fontos a szerszámgépek anyag-kérdésének, továbbá sűrűlódási és hőviszonyainak az ismerete. A kutatók azonban nincsenek az ilyen alapkutatások eredményeinek a birtokában. Vagy pedig a szerszámgépek tervezésének, valamint gyártási és működési pontosságának egyik alapja a forgácsoló erők ismerete, mégis nincs az országban megbízható erőmérő, és olyan gép, amely a kellő határokat között biztosítani tudná a forgácsoló erőket. Ha egy ilyen témát kiadunk kutatásra egy tanszéknek -- márpedig kiadtunk nem is ma, hanem évekkal ezelőtt -- akkor a kutató elveszti kedvét és sohasem jut a téma végére.

Mielőtt tehát egy kutatási témát kiadunk, nézzük meg először, hogy megtörtént-e a koordinálás az alapkutatás és az alkalmazott kutatás között, biztosítva vannak-e a ráfordítások tekintetében mind a szellemi, mind pedig az anyagi vonatkozású alapfeltételek, mert csak így nyertünk időt, csak így lehetünk korszerűek az eredmények feltárárásában és azok felhasználásában.

KOVÁCS KÁROLY PÁL  
LEVELEZŐ TAG

Az osztálytitkár beszámolójából kimaradt egy fontos momentum. Nevezetesen az, hogy 1949-ben következett be a Magyar Tudományos Akadémia megújodása. Erről a Magyar Tudományos Akadémia elnöke, RUSZNYÁK ISTVÁN a közgyűlés nyilvános ülésén meg is emlékezett. A Műszaki Tudományok Osztálya szempontjából azonban ennek egészen különös jelentősége van, hiszen 1949 előtt a műszaki tudományok szervezeten nem voltak képviselve az Akadémián. Egyes műszaki tudományokkal foglalkozó tudósokat, nagy kutatókat beválasztottak ugyan az Akadémia tagjai közé, de végeredményben most üljük annak a huszadik születésnapját, hogy a mi népi demokratikus államunk az Akadémia átszervezésével lehetővé tette ennek szervezett formáját. Ez olyan körülmény, amiről meg kell emlékeznünk.

Ez a húsz év nagyon sok gondot és problémát jelentett számunkra. A műszaki tudományok köre és felépítése -- kivéve a kémiai tudományokat, mert ott sok a hasonlatosság a műszaki tudományokhoz -- lényegében különbözik más természettudományok, de különösen a filozófia, a szépirodalmi és egyéb tudományok körébe tartozó tudományágak felépítésétől. Ezért sokszor kellett megküzdenünk ilyen problémákkal, és sokszor kellett bizonyítani, hogy a műszaki tudomány nem alacsonyabbrendű, hanem ugyanolyan tudományos erőfeszítéseket követel, mint más tudományterületek művelése, és önmagában az a körülmény, hogy ezeknek az erőfeszítéseknek valami közvetett vagy közvetlen gyakorlati végcélja van, nem csökkenti a műszaki tudományokkal kapcsolatos befektetések tudományos értékét.

Húsz év nem csekélység és a műszaki tudomány fejlesztése és fejlődése szempontjából nagy jelentőségű, elsősorban azért, mert a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya keretében két nagyon komoly, nagyméretű tudományos kutatóintézet alakul-

hatott és a különböző tanszékeknek a műszaki kutatásban való részvétele is fokozódott. Mégis foglalkozni kell egy kérdéssel, amely sokszor felmerül, és így nem hiba, ha beszélünk róla.

E kutatóintézetekben zömmel magas tudományos fokon reprodukáló kutatás folyik. Végeredményben a cél bizonyos értelemben a külföldön már ismert eredmények hazai megvalósítása. Ez vonatkozik mind a *Műszaki Fizikai Kutató Intézetre*, mind az Automatizálási Kutató Intézetre. E reprodukáló kutatásokat azonban — mint amilyenek a szilárdtestáramkörök kutatása, vagy a villamos hajtások terén folyó kutatások — az ott dolgozó magasszintű kutatók új eredményekkel tudják gazdagítani. Ebben van tulajdonképpen annak az értelme, hogy ilyen kutatóintézeteket fenntartsunk és azokban az esetek többségében olyan problémákkal foglalkozhatunk, amelyeket — amint azt a külföldi irodalomból tudjuk — a nagy országok, a nagy államok óriási apparátusukkal többé-kevésbé már megoldottak.

Elég sok szó esett már arról, hogy milyen kapcsolatok vannak az akadémiai kutatóintézetek, illetve kutatóhelyek és az ipar között. Egy körülményt azonban rendszerint figyelmen kívül hagyunk és ezért szükséges a figyelmet erre irányítani. Magyarországon elég komoly hálózata van az önálló ipari kutatóintézeteknek, ami az 1948 óta bekövetkezett fejlődés természetes következménye. Ezeket az önálló ipari kutatóintézeteket az új gazdaságirányítási rendszer rákényszerítette arra, hogy vállalati formában dolgozzanak és rendelések, valamint szerződések alapján keressék meg az intézmény mindennapi létalapját.

Ezzel kapcsolatban kell felhívni a figyelmet az akadémiai kutatóintézetek, vagy akadémiai kutatóhelyek és az ipari kutatóintézetek kapcsolatának fejlesztésére. Az ipari kutatóintézetektől a rendelők vagy szerződést-kötők valamiféle produkciót várnak. Az ipari kutatóintézetnek sok esetben óriási segítséget jelentene, ha bensőségebb és jobb kapcsolatra lépne az akadémiai kutatóintézetekkel. Erre különösen az ad lehetőséget, hogy nemcsak a műszaki, hanem a kémiai kutatóintézeteknél is igen sok akadémiai tag saját személyében vezetője egy-egy ipari kutatóintézetnek. Elsősorban az akadémiai tagok által vezetett ipari kutatóintézetek, valamint az akadémiai kutatóintézetek között valamilyen szervezett vagy szervezetlen, de az eddiginél sokkal intenzívebb kapcsolatot kellene kialakítani, hiszen ezek az ipari kutatóintézetek bizonyos értelemben az Akadémia kebelén belül működnek.

Végül, de nem utolsósorban néhány szót kell szólni az akadémiai kutatóintézetekkel összefüggésben az anyagi ösztönzés kérdéséről is. Az osztálytitkár említette, hogy van olyan felfogás, amely szerint a tíz százalékos határt teljesen meg kell szüntetni, de van olyan nézet is, amely ezt helyesnek, sőt esetleg felemelendőnek tartja. Ezzel kapcsolatban rá kell mutatni egy különbségre, amely az ipari kutatóintézetek, illetve az akadémiai kutatóhelyek között fennáll, és helyes lenne ezt a magasabb szintű hivatalos helyeken is érzékeltetni. Arról van ugyanis szó, hogy az ipari kutatóintézeteknél a kutatási árakban, tehát azokban az összegekben, amelyeknek ellenében szerződni tud, benne van a berendezések leírási költsége is, hiszen azt meg kell keresnie, sőt ehhez még valami többlet-hasznót is kell szereznie. Áll ez különösen az olyan kutatóintézetre, mint például a Villamosenergiaipari Kutató Intézetre, amely az összes hazai ipari kutatóintézet közül a legnagyobb beruházott tőkével rendelkezik. Az akadémiai kutatóintézetek viszont — mint konkurrencia — túlságosan olcsón vállalhatnak munkákat egyszerűen azért, mert az állam egy más forrásból kifizeti nekik azokat a költségeket, amelyeket az ipari kutatóintézeteknek az árak formájában maguknak kell megkeresni. A határvonalat tehát valahol ésszerűen úgy kell meghúzni, hogy az egyfelől ne érintse az akadémiai kutatók komoly, magasan vagy legalábbis az ipari kutatóintézetekben dolgozókkal egyenlő mértékű honorálását, másfelől viszont ezen az alapon az akadémiai kutatóintézetek ne konkurrálhassák le az ipari kutatóintézeteket.

Végezetül egy szaktémával kapcsolatban kell megjegyzést tenni. Az osztálytitkári beszámoló említett tett arról, hogy folyik valamiféle kutatás a magnetohidrodinamika területén, és ez esetleg félreértésre adhat alkalmat. Valóban folyik kutatás, azonban ennek értékelésénél óvatosan kell eljárunk. Alkalmam volt ugyanis a közelmúltban a Szovjetunióban, pontosabban Moszkvában megnézni egy aránylag kis teljesítményű — 250 kilowattos — magnetohidrodinamikus átalakítóberendezés felépítését és mindazt, ami ehhez tartozik. Ebből meg lehetett állapítani, hogy az eredményes kísérletek végzéséhez legalább olyan nagy országnak kell lenni, mint a Szovjetunió, vagy az Amerikai Egyesült Államoknak. Még Anglia és Franciaország is csak nagyon óvatosan kísérletezik a berendezésekkel. A valóságban az a helyzet, hogy vannak magyar szakemberek, tudósok, akiknek bizonyos alapvető kérdésekben érdekes ötleteik vannak és nagyon szerény keretek között laboratóriumi kísérletezést folytatnak. Ezzel kapcsolatban — csupán mint érdekességet — meg kell említeni, hogy volt olyan ipari vállalatunk, amely várható haszon nélkül is hajlandónak mutatkozott az ilyen irányú kutatásokat elég nagy — 500 000—600 000 forintot kitevő — összeggel finanszírozni. Ez arra utal: ma már az iparvállalatoknál is érzik azt, hogy nagy bevételeik mellett a távlati tudományos kutatásokra is kell anyagiakat fordítaniok.

VERŐ JÓZSEF  
AKADÉMIKUS

A gazdaságirányítás új rendjének bevezetése 1968 elején mind a gazdasági, mind a tudományos életünknek fontos eseménye volt. És bár, amint az Elnökség beszámolója megállapította, „az új gazdasági mechanizmus bevezetése óta eltelt idő tapasztalatai mélyreható elemzéshez még nem elégségesek”, nem lehet időszerűtlen, ha a Műszaki Tudományok Osztályának nyilvános ülésén az ipari kutatóintézetek tapasztalatairól is esik néhány szó. A Műszaki Tudományok Osztályának tudományterületén működő hazai kutatóhelyek szellemi és anyagi kapacitásának jelentős része ugyanis olyan intézetekben testesül meg, amelyek az új rendben vállalkozásszerűen tevékenykednek. kiadásait lényegében a termelő vállalatokkal kötött kutatási szerződéseik alapján végzett munkájuk ellenértékéből fedezik.

Az új mechanizmusban megvalósított elképzelés helyességét az első év tapasztalatai nagy vonalakban igazolták; az intézetekre a gazdasági ösztönzés serkentően hatott, a tevékenységük kiszélesedett és a valóságos igényeket jobban szolgálta. Az új rendszer gyakorlati megvalósítása során azonban bizonyos nehézségek és problémák is felmerültek, amelyeket a pártközpont irányításával készült és az elmúlt hónapokban széleskörű vitára bocsátott anyag. „A tudományos kutatások helyzetéről” nagyrészt már feltárt. Feltehető és reméljük, hogy a viták során felvetett kiegészítő javaslatok a még ezután esedékes döntések meghozatalakor figyelembe részesülnek. Ezzel a tudományos és ezen belül az ipari termelést közvetlenül szolgáló műszaki kutatás még fennálló nehézségei megnyugtató módon rendeződnek.

A vitaanyagot nyilvános oszta lyülésünk résztvevőinek nagy része bizonyára ismeri és sokan részt vettek annak megvitatásában is. Ezért nem lehet szükséges, hogy annak sok részletével foglalkozzam, hanem elegendő egyetlen kérdés kiragadása, amely tudomány-politikai szempontból a legjelentősebb, és amellyel kapcsolatban már nem egy, hanem két-éves tapasztalatot szerezhettünk. Ipari kutatóintézeteink ugyanis már túl vannak az 1969. évi szerződéseik előkészítésén és megkötésén, úgyhogy a termelő vállalatok és az intézetek közötti kutatási szerződések kötése tárgyában már igen sok tapasztalatunk van.

Mind a múlt évi, mind az idei szerződéskötések tanulságát úgy lehetne megfogalmazni, hogy a termelő vállalatok és a vállalkozásszerűen működő ipari kutatóintézetek között a kutatómunka szabad piacán egyensúly létrejötté belátható időn belül kevésbé valószínű. A vállalatok többsége a műszaki fejlesztést jóformán a napi termelési kérdések szintjére korlátozza, és ezért a műszaki fejlesztési alapnak náluk hagyott részét üzemviteli és üzemrekonstrukciós feladatok megoldására fordítja. Ennek a szemléletnek a megnyilvánulása az, hogy az iparági kutatóintézet foglalkoztatására nem fordítanak elegendő összeget, ha pedig mégis feladnak rendelést, az többnyire elaprózott és legfeljebb 100 ezer forint nagyságrendű megbízást jelent. Emiatt az intézetek nagyszámú szerződés kötésére, sok feladat vállalására kényszerülnek, sőt részben termelő tevékenységet is kénytelenek vállalni kutatás helyett. Ez azzal a veszéllyel jár, hogy a kutató kapacitásunk szétforgácsolódik, az intézetek tevékenysége elidegenedik, elszakad az iparág fejlesztési koncepciójától, sőt nem sok idő múltán a kutatásnak rutinszerűvé degradálódásához is vezethet.

A jövőt alapozó fontos kutatásokra — a mielőbbi nyereség igénye miatt — a vállalatok többsége még nem hajlandó szerződést kötni, ezért a kapacitás szétforgácsolódása és a színvonalának romlásaként fenyegető veszély elhárítása céljából a központi finanszírozásrendszerét, legalább a kutató kapacitáshoz mért eddigi arányban, de ha lehetséges, annál nagyobb mértékben, továbbra is fenn kell tartani. A két év hazai tapasztalatain kívül a baráti államokban kialakult gyakorlat is az ilyen megoldás szükségességét indokolja.

A vállalatok magatartása az ipari kutatóintézetek foglalkoztatása tárgyában volta- képpen nagyon érthető. Nekik termelési és műszaki fejlesztési feladataik vannak, a kutatási feladatokat ezekből kellene levezetniük, kielemezniük. Ahhoz azonban, hogy valami fejlesztési célkitűzés megvalósításához szükséges kutatási feladatokat ki lehessen jelölni, széleskörű ismeretek, a világon másutt már kialakult megoldások tanulmányozása, értékelése és a hazai körülményekhez való igazítása szükséges. E téren az üzemek dolgozóinak — napi teendőik közepette — feltétlenül vannak nehézségeik, az intézetek munkatársainak a kutatási feladatok felkutatásában és szabatos megfogalmazásában tehát az üzemiek segítségére kell sietniük. Az intézetek tudományos dolgozóinak ez ugyanúgy kötelezettsége, mint a rájuk bízott feladatok alapos kidolgozása.

Az új mechanizmusban minden iparág termelő vállalatainak és kutatóintézetüknek egységbe kell olvadniuk. A vállalatok tekintsék a sajátjuknak a kutatóintézetet ugyanúgy, ahogy a gyáregységeiket, részleteiket és műhelyeiket a magukénak tartják és irányítsák oda a kutatási feladatokat, ahogy a termelési teendőket a megfelelő üzeme gységbe irányítják; az intézetek pedig segítsék az üzemeket a kutatási feladatok felszínre hozásával és meg-

oldásával. Ha ez az egység létrejöhet, akkor az ipari kutatás valóban elnyeri a termelőerő rangját és a jelenleg még fennálló finanszírozási problémák is megoldódnak.

## VÁLASZ

AZ ELHANGZOTT HOZZÁSZÓLÁSOKRA

BOGNÁR GÉZA

AKADÉMIKUS

A felszólalók több vonatkozásban kiegészítették az osztályvezetőség beszámolóját, és mindazok az értékes gondolatok, amelyek mind a kutatás, mind a minősítés, mind pedig a bizottsági munka vonatkozásában felmerültek a tudomány, a kutatás és a gyakorlat kapcsolatának szorosabbá tételére, elősegítik azt is, ami a Műszaki Tudományok Osztályának fő célkitűzése. Ezzel egyetértek és a magam részéről köszönöm a hozzászólásokat.

# NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS HELYZETKÉP AZ ÁRAMLÁSTECHNIKAI GÉPEKKEL KAPCSOLATOS KUTATÁSOKRÓL

AZ ÁRAMLÁS- ÉS HŐTECHNIKAI GÉPEK AKADÉMIAI BIZOTTSÁG  
MEGBÍZÁSÁBÓL

CZIBERE TIBOR

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

FÜZY OLIVÉR, HAJDÚ SÁNDOR, NYIRI ANDRÁS és VAJNA ZOLTÁN

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSAI

[Beérkezett 1969. március 6-án]

A tudományos helyzetkép az áramlástechnikai gépekben kialakuló áramlás általános kérdéseiből (elméleti feltételek; tervezési, ellenőrzési és elméleti módszerek; üzemi viselkedés; alkalmazás) kiindulva részletesen taglalja az egyes áramlástechnikai gépfajták (örvény-szivattyúk, vízturbinák, hidrodinamikus hajtóművek, ventilátorok, fúvók és kompresszorok egyedi kérdéseit). A helyzetképet a kiemelkedő külföldi szakirodalmi művekre vonatkozó, 162 címből álló bibliográfia egészíti ki.

## I. Az áramlástechnikai gépekben kialakuló áramlás általános kérdései

A korszerű áramlástechnikai gépekkel szemben támasztott egyre fokozódó követelmények kielégítéséhez ma már elengedhetetlenül szükséges egyrészt az e gépekben kialakuló áramlás fizikai sajátosságainak a lehető legtökéletesebb megismerése, másrészt ezeknek az ismereteknek a konstrukciókban való messzemenő felhasználása. Erre a felismerésre vezethető vissza az, hogy az utóbbi másfél évtized alatt az áramlástechnikai gépek fejlesztésével kapcsolatos kutatási munkákban központi helyre kerültek azok az elméleti és kísérleti vizsgálati módszerek, amelyek e gépekben kialakuló háromdimenziós áramlás analízise útján a legkorszerűbb követelményeknek megfelelő géptípusok kialakítását célozzák.

A klasszikus folyadék-mechanika egydimenziós szemléletét és elméleteit felváltották a korszerű két-, illetve háromdimenziós elméletek. De még ezek sem képesek minden esetre kiterjedően felhasználni a határrétegelmélet és az ehhez kapcsolódó turbulencia-kutatás eredményeit; leggyakrabban az áramló közeget ma is *súrlódásmentesnek* tételezik fel. Vonatkozik ez különösen az áramlástechnikai gépekben lejátszódó jelenségek elméleti vizsgálatára.

Az áramlástechnikai gépek álló és forgó lapátrácsainak tervezésére és ellenőrzésére a korszerű, a valóságot a klasszikushoz képest lényegesen jobban közelítő szemléleten alapuló elméletek és számítási eljárások egész sorát fejlesztették ki világszerte. *Tervezési módszerek* azok, amelyek előírt áramlási peremfeltételek mellett a gép lapátozásának alakját és azon az elméleti sebesség- és nyomáseloszlást szolgáltatják. Az *ellenőrzési módszerek* adott lapátozás áramlástanai jellemzőinek meghatározását célozzák.

A legutóbbi évek során kialakult elismert elméleti módszerek két fő csoportba sorolhatók: a *konform transzformációk* sorozatát, illetve a *szingularitások elvét* alkalmazók csoportjára. A fejlődés során először az előbbieket kezdték el kialakítani, de ma is alkalmazzák ezeket elsősorban a távolkeleti (főleg japán) kutatók, különösen az ellenőrzési feladat megoldására. A szingularitások elvén alapuló eljárások főleg Európában kerültek előtérbe és alkalmazásuk mindkét feladatra általánosan elterjedt. Az elméletek fejlettsége folytán ma már valamennyi géptípus méretezésére, illetve ellenőrzésére lehetőség van. A módszerek inkább csak alkalmazhatósági korlátaik, pontosságuk és munkaigényességük tekintetében különböznek egymástól.

Sok helyen a gépek tervezésénél a rácselméleti számításokkal szemben különböző *rácskísérleti eredményeket* részesítenek előnyben. Különösen axiális gépek tervezésénél használnak fel ismert szárnyrác-sorozatokat. A jellemző paraméterek függvényében (rácsszög, ívelttség, profilvastagság, rácssűrűség, megfúvási szög) széles tartományban végeznek szárnyrác-méréseket. A kimért profilrácok felhasználásának az a nagy előnye, hogy a veszteség ismeretében a tervezett gép hatásfoka előre becsülhető, és az előírt tervezési pont az így méretezett járókeréknél általában nagyobb pontossággal érhető el, mint a tisztán potenciáleméleti megfontolásokon alapuló rácsszámításoknál.

Az áramlástechnikai gépek tervezése során szélesesen elterjedt a *modellkísérleti* eredmények feldolgozása. A gépek üzemi paraméterei ez alapján történő meghatározására szolgáló ismert összefüggések azonban igen bizonytalanok. Sokfelé folytatnak alapvető kísérletsorozatokat főleg a veszteségekre és a hatásfokokra vonatkozó átszámítási képletek módosítására, de a léptékhatás kérdése ma sem tekinthető megoldottnak. Összehasonlító kísérleteket folytatnak különböző közegekkel történt mérési eredmények kapcsolatának tisztázására is.

Tekintettel arra, hogy a gépek üzemi viselkedésében a *járókerék előtti és mögötti áramlás* egyaránt alapvető szerepet játszik, egyre több kísérlet történik a járókereket megelőző és követő alkatrészek hidraulikai hatásának figyelembevételére a tervezési munkák során. A belépési viszonyok vizsgálata különösen a nagy jellemző fordulatszámú gépeknél jelentős.

Igyekeznek a járókerék és környezetének egymásra hatását vizsgálva a lehetséges kombinációk alapvető optimális paramétereit meghatározni. Többben vizsgálat tárgyává tették a járókerék előtti áramlásnak, mint peremfeltételnek szerepét, és igyekeztek a szívótér kialakítását, valamint a járókerék lapátozását összehangolni.

Egyfokozatú gépek járásának egyenletessége a *járó- és vezetőkerék lapátszámának* megválasztásától is függ. Elméleti vizsgálatok folynak a két rendszer instacionárius egymáshatásának meghatározására, vizsgálják a radiális erőpulszációjának a lapátszámtól való függését. Az egylépcsős csigaházaz gépeknél a csigaházban kialakuló áramlási viszonyok a gép hatásfokát nagy mértékben

befolyásolják. Összehasonlító vizsgálatokat végeznek ezért különböző geometriájú csigaházaz kialakítások között.

Egylépcsős nyitott járókerekkü axiálgépeknél vizsgálták a *rés*hatást és azt tapasztalták, hogy bár a rések csökkentése a hidraulikai hatásfok és a stabilitás javulását, a nyomásszám növekedését vonta maga után, a nagyon kis rések könnyen lapátrezgésekhez és berágódásokhoz vezetnek.

A *kavitáció* témakörében kutatják a jelenség keletkezésének fizikai körülményeit. Zárt kísérleti kavitációs csatornáknban nagyságrenddel kisebb kavitációs számokat állítanak elő, mint eddig. Eredményes kísérletek folynak a kavitáció és a kavitációs roncsolás mechanizmusával és a léptékhatás tisztázásával kapcsolatban.

Határretegelméleti vizsgálatok terén a *lamináris határreteg* kérdése a számítógépek fejlődésével és elterjedésével gyakorlatilag megoldottnak tekinthető. A Navier—Stokes egyenletek ugyanis relaxációval megoldva a valóságnak megfelelő eredményeket adnak. A henger körüli lamináris áramlásban leváló örvények is számíthatók például ezen az úton. A *turbulens határreteg* problémája már sokkal nehezebb a turbulenciára vonatkozó ismereteink nem kielégítő volta miatt. E téren csak BURI és GRUSCHWITZ korábbi félempirikus számítási eljárásainak további tökéletesítése történt. A legújabbnak és legkorszerűbbnek FLESCH módszere tekinthető, amely a határreteg „előéletét” is figyelembe veszi. A számítás végrehajtása természetesen így lényegesen bonyolultabb, az eredmények azonban sokkal jobban egyeznek a mérési eredményekkel, mint a korábbi módszereknél.

A műszaki tudományok szempontjából igen fontos a *turbulenciaelmélet* alkalmazása, amelyre elsősorban az említett határretegelméleti kutatásokban kerül sor. Az elért eredmények tekintetében rá kell mutatnunk SCHLICHTING munkásságára a turbulencia keletkezésével kapcsolatban; STUART munkásságára a hidrodinamikai stabilitás és a turbulencia alapjelenségeivel kapcsolatban, valamint KOVÁSZNAY, KOMODA és VASUDEVA vizsgálataira.

## II. Az egyes áramlástechnikai gépfajták egyedi kérdései

Az áramlástechnikai gépeknek azt a csoportját, amellyel jelen tanulmány foglalkozik, általában a vízgépek és légtechnikai gépek osztályaiba sorolják. Az egyes gépfajtákkal kapcsolatos tudományos helyzetkép további részletezésénél az általánosan szokásos felosztást követjük.

### 1. Örvényszivattyúk

A szivattyúkkal kapcsolatos kutatások lényeges része a szívóképességre irányul. A *szívóképesség növelésére* a belépési sebesség csökkentése mellett elsősorban szívóképességet növelő előjárókerekeket javasolnak. Központi kérdés

a kavitációs léptékhatás vizsgálata. Igyekeznek figyelembe venni a folyadék és gőz határán fellépő felületi feszültségnek, a folyadék gáztartalmának, a folyadék mechanikai és kémiai szennyezettségének hatását. A járókerék előtti áramlási viszonyoknak a kavitációra gyakorolt döntő szerepét egyre jobban kihangsúlyozzák. Megállapították, hogy a belépőél környékén fellépő kezdeti kavitáció a jelleggörbét nem befolyásolja lényegesen, a kavitáció kezdete a belépőél közelében bárhol felléphet. Nem szükségszerű, hogy a kavitáció a belépőél legmagasabban elhelyezkedő pontja közelében kezdődjék. A kerék előtti áramlás iránya lényeges szerepet játszik és a belső résméret is kihat a kavitációra. Még ma sincs azonban feltárva, hogy milyen folyamatok játszódnak le a szivattyú szállítómagasságának hirtelen letörésekor. Továbbá kiderítetlen a különböző folyadékokra vonatkozó szívási körülmények kapcsolata, beleértve a különböző léptékhatások kérdéseit is. Ez lényegében azt jelenti, hogy a modell-szivattyúkon végzett kavitációs vizsgálatok eredményeit nem lehet teljes bizonyossággal a nagy kivitelre átvinni, különösen akkor, ha a modell és a nagy kivitel különböző folyadékot szállít. Minthogy a kifejlett kavitáció a szállítómagasság és a hatásfok csökkenését eredményezi, ezért általában csak kis kavitációt engednek meg.

Nagy jellemző fordulatszámú gépeknél új irányzat a *szuperkavitáló* szivattyú tervezése. Ebben az esetben olyan jellegű kavitációs jelenségről van szó, amelynek során a lapátfelületeken keletkező buborékok csupán a lapát mögött roppannak össze és így roncsolást nem okoznak. Az ilyen szivattyúk kis szívóoldali nyomásra is beépíthetők, ami a szivattyútelep építkezési költségeit csökkenti. A szuperkavitáló szivattyúk tervezése, mint lényegében új tervezési felfogás, még fejlődő állapotban van.

Közelítő összefüggéseket állítottak fel a *tárcsasúrlódás* meghatározására. A vizsgálatok azt mutatják, hogy kis átmérők és nagy fordulatszámok, illetve kis *Re* számok esetén a ház és a járókerék között viszonylag széles tér alkalmazása a célszerű.

Többen foglalkoznak a szivattyúk üzemi jellemzőinek és a *gyártási pontatlanságok* kapcsolatával. A vizsgálatok részben itt is szárnyelméleti módszerekre, részben pedig elkészített szivattyúk kísérleti összehasonlítására támaszkodnak. Itt az elméleti vizsgálatok a különböző gyártási pontatlansággal rendelkező szárnyrácsok áramlástanai jellemzőinek meghatározására terjednek ki.

## 2. Víztribinák

A korszerű szilárdsági méretezési módszerek alkalmazása révén (legtöbbször különböző szilárdsági kismintakísérletekre támaszkodva) az anyagok jobb kihasználása, ennek kapcsán egyes esetekben hegesztett szerkezetek használata, az anyagminőség javítása, vagyis az abszolút és fajlagos súly



csökkentése a kifejezetten megfigyelhető tendencia a vízturbinák területén. Ugyanakkor fokozódnak a követelmények a turbina mechanikai rezgéseire és zajszintjére vonatkozóan is.

A *szárnyrácsok* méretezésénél általában a szivattyúhoz hasonlóan járnak el, Francis-turbináknál a vezetőlapátokról érkező víz örvényességét is kezdik figyelembe venni. Az egyes részcsoportokban tervezett lapátmetszetek járókerékké váló egyértelmű összeillesztése azonban nincs még megnyugtatóan megoldva. Az elméleti számításokat itt is különböző szárnyrács-kísérletekkel egészítik ki.

Modellkísérleteket végeztek Pelton-turbinák levegőztetésére. Ha az alvízszint emelkedése miatt a járókerék víz alá kerülne, nyomás alá helyezik a turbinát, hogy a szabadfűgést biztosítsák. Vizsgálták a bekeverődéssel megszökő levegő visszanyerésének lehetőségeit is.

Erőművek és különösen kavernás erőművek kapcsán végeztek *nyomás-lengés-vizsgálatokat*. Különösen figyelmet szenteltek a kavernás erőművek hosszú szívócsöveiben fellépő lengések és a géplengések közötti kapcsolat felderítésére.

A kavitációs erózió kísérleti kutatása a kavitációnak ellenálló anyagok viszonylag nagy választékát bocsátja rendelkezésre. A kísérlet és kutatás általában arra irányul, hogy a gép megfelelő áramlástechnikai kialakítással jó energetikai jellemzők mellett kedvező kavitációs tulajdonságokkal is rendelkezzen.

Az igen nagy vízerőművek szabályozásában egyre nagyobb szerephez jut az *elektrohidraulikus szabályozás* alkalmazása. E szabályozásokkal szemben egyre nagyobb követelményeket támasztanak mind a folyamatos üzemvitel (teherelosztás, frekvenciartartás), mind az indulás és védelem területén. Várható, hogy a közeljövőben az elektronikus digitális sebesség-szabályozók is alkalmazásra kerülnek, amelyek az előírt paraméterek ellenőrzését és azok tartását, illetve megadott program szerinti megváltoztatását képesek az egyes gépegységekre, sőt az egész erőműre is biztosítani.

A *gyakorlati célú kutatások* általában arra irányulnak, hogy a turbina-gyártó vállalatok a lehető legkedvezőbb áramlástechnikai kialakítású — azaz optimális energetikai és kavitációs jellemzőjű — turbinatípusokkal rendelkezzenek, illetve repertoárjukat ennek megfelelően állandóan gyarapítsák. E tevékenység kiterjed mind a hagyományos Pelton-, Francis- és Kaplan-turbinákra, mind pedig az utóbbi évtizedben egyre gyakrabban alkalmazott csőturbinákra és tározós vízerőművek reverzibilis gépeire is. A növekvő teljesítmények miatt erőteljesebben foglalkoznak a hidraulikus erőhatások vizsgálatával (szabályozási erő és munkaszükséglet, bizonyos alkatrészek terhelésének meghatározása, erőhatások instacioner állapotban stb.) és ennek érdekében egyre mélyebben foglalkoznak szilárdsági kérdésekkel, elméleti és modellezési módszerekkel.

### 3. Hidrodinamikus hajtóművek

A hidrodinamikus nyomatékvaltókkal kapcsolatos kutatások részben rács-elméleti vizsgálatokra, részben pedig különlegesen nyomatékvaltóval össze-függő kérdésekre terjednek ki. A gép meridiánmetszetének, továbbá az egyes lapátkoszorúk főméreteinek meghatározásánál az áramlás egydimenziós szemléletének alapján állva a meridiánsebesség integrálátlagával számolnak. Különböző eljárásokat dolgoztak ki a geometriai paraméterek meghatározására, különös tekintettel a gép várható jelleggörbéjének alakjára.

A lapátrácsok számítására a szivattyúknál és turbináknál alkalmazott szárnyelméleti módszereket használják. Ezzel kapcsolatban egyre inkább előtérbe kerül a szorosban egymásután következő lapátrácsok egymásra-hatásának elméleti vizsgálata, ami különösen a sok-lapátkoszorús nyomatékvaltó-típusok optimális áramlástechnikai kialakítása szempontjából lényeges. Vizsgálják a nyomatékvaltóban az üzemállapot függvényében változó tengelyirányú erőket. Modellkísérletek során empirikus összefüggéseket állítottak fel, mert a  $Re$  számok azonosságának biztosítására általában nincs lehetőség és a hasonlósági törvények eltérését a teljesítményfelvételek beállításánál figyelembe kell venni.

Hidrodinamikus tengelykapcsolók tervezésében, szerkesztésében a kutatómunkák eddigi eredményei lehetővé teszik, hogy adott célra olyan tengelykapcsoló legyen készíthető, amely az előírt teljesítményt közelítőleg a szokásos 3% szlip mellett átviszi. A méretezés szinte teljesen empirikus, a már meglévő tengelykapcsolók jelleggörbéinek a segítségével történik.

### 4. Ventilátorok

A ventilátorok elméleti problémái és a számítási módszerek elvileg azonosak a szivattyúkéival. A valóságban azonban számos eltérés mutatkozik.

A ventilátorokat lapátozásuk szerint szokás osztályozni, így megkülönböztethető a hátrahajló, radiális és előrehajló lapátozású centrifugális, továbbá axiális és félaxiális ventilátor. Elvileg ma már valamennyi típus számolható, ha a szállított közeget összenyomhatatlansága mellett ideálisnak is feltételezzük. A határrétegelmélet eddigi eredményeit nem sikerült még forgó rácsokra kiterjeszteni. Éppen ezért az elvi számíthatóság ellenére az egyes típusoknál még igen jelentős, megoldatlan problémák találhatók.

Előrehajló lapátozású gépeket viszonylag nagy mennyiségi és nyomás-tényező esetén készítenek. A gépek jelentős többségükben szélesek, a lapát-ozás átmérőviszonya kicsiny. A lapátok tehát szélesek, rövidek és erősen ívelték. A nagy kilépő abszolút sebességek folytán a csigaház jelentősége megnő, továbbá a határréteg kifáradása és a szekunder áramlások kialakulása döntő szerepet játszik. A félaxiális gépek elterjedése még csak csekély múltra tekint-

het vissza. Itt nem utolsósorban a gyártási nehézségek okoznak jelentős problémákat.

Az axiális ventilátorok lapátrácsainak méretezése a repülőgépszárny-metszetekkel is kapcsolódó igen nagyszámú kísérleti anyag birtokában megoldott feladatnak tekinthető, ha a külső átmérő és az agy viszonya nem nagy.

Valamennyi centrifugális géptípusnál ma is kutatás tárgya a csigaház optimális alakja adott járókeréktípus és teljesítményadatok mellett. Sokszor ellentmondók a tapasztalatok a szívókúp és járókerék közötti rés kialakításával kapcsolatban. Nincs pontosan felderítve az egy és kétoldalt szívó gépek viselkedése közötti különbség oka sem.

### 5. Fúvók és kompresszorok

A ventilátorokhoz képest ezeknél a gépeknél az összenyomhatóság kérdésén túlmenően a szilárdsági szempontok is jelentős mértékben előtérbe kerülnek. Az elméleti méretezési módszereknek tehát ez utóbbit is figyelembe kellene venniük, amelyek a számításoknál további kötöttségeket jelentenek. A centrifugális járókerekeknél elkerülhetetlen a kettős görbületű (térbeli) lapátok kialakítása, ami az elméletieken túlmenően gyártási nehézségeket is okoz. Technológiai és szilárdsági problémák nemcsak a lapátozásnál, hanem az indítási viszonyok, tengelykapcsoló, tömítések, csapágyazás stb. területén is jelentősek. A világszerte alkalmazott néhány típus mellé újabbak kidolgozása igen jelentős elméleti és kísérleti munkát igényel, éppen a járulékos problémák megoldása miatt.

E gépfajtáknál igen általános a több fokozat alkalmazása a nagy nyomásviszonyok megvalósítása céljából, ami a járókerekek utáni visszaterelés problémáját veti fel centrifugális gépekben. A terelőlapátok elméleti számításához igen pontosan kellene ismerni a járókerék és terelőlapátok közötti térben az áramlás tényleges alakulását. Számos ilyen vizsgálat ellenére a visszaterelő lapátrács beállítása főleg kísérletekre támaszkodik. Ezek a kérdések is hozzájárulnak ahhoz, hogy világszerte csak néhány típus kialakítására törekednek, és a különböző feladatokat ezek geometriailag arányos nagyítása, illetve kicsinyítése révén oldják meg.

### III. Az áramlástechnikai gépekre vonatkozó kiemelkedő külföldi szakirodalmi művek

1. ADDISON, H.: Centrifugal and other Rotodynamic Pumps; London 1955.
2. ADOLPF: Einführung in die Strömungsmaschinen; Berlin 1959.
3. ALBRING, W.: Strömungslehre; Dresden 1962.
4. ANDERSON, H. H.: Centrifugal Pumps; Sutton (Surrey) 1962.
5. Асафев, В. А.—Барков, Н. К.: Гидротурбины и их обслуживание; Москва 1965.
6. BARANOFF: Eine Methode zur Berechnung der instationären Kräfte; Braunschweig 1964.

7. BERANEK, L.: Acoustics; London 1954.
8. BERSHADER, D.: The Magnetodynamics of Conducting Fluids; Stanford 1959.
9. BETZ, A.: Einführung in die Theorie der Strömungsmaschinen; Karlsruhe 1959.
10. BETZ, A.: Hydro- und Aerodynamik; Göttingen 1927.
11. BIANCHI, L. W.—BÜSTRAAN, P.: Pompen (Leerbok ten dienste von Hagere Technische Scholen); Haarlem—Antwerpen—Keulen 1963.
12. BINDER, R. C.: Fluid Mechanics; New York 1955.
13. BIRKHOFF, G.—ZARANTONELLO, E. H.: Jets, Wakes and Cavities; New York 1957.
14. BRADSHAW, P.: Experimental Fluid Mechanics; New York 1964.
15. BÜCHI, G.: Le moderne turbine idrauliche, I—II; Milano 1957.
16. COLAK-ANTIÉE: Dreidimensionale Instabilitätserscheinungen; Heidelberg 1964.
17. COLEMAN, B. D.—MARKOVITZ, H.—NOLL, W.: Viscometric Flows of Newtonian Fluids; Berlin 1966.
18. COMOLET, R.: Mécanique expérimentale des fluides, I—II; Paris 1961, 1963.
19. CURLE, N.—DAVIES, H. J.: Modern Fluid Dynamics; London 1968.
20. CSANADY: Theory of Turbomachines; New York 1964.
21. Черкасский, В. М.—Романова, Т. М.: Насосы, компрессоры, вентиляторы; Москва 1962.
22. DAVIES: Cavitation in Real Liquids; London 1965.
23. Discussions Symposium on Cavitation Research Facilities and Techniques; New York 1964.
24. DIXON: Fluid Mechanics Thermodynamics of Turbomachinery; London 1966.
25. Дюин—Борщевский—Лакотев: Основы механики многокомпонентных топоков; Новосибирск 1965.
26. DODGE, R.—THOMSON, M.: Fluid Mechanics; New York 1937.
27. DOMMASCH, O.—SHELY, S.—CONOLLY, T.: Airplane Aerodynamics; New York 1951.
28. DOOLITTLE: Mechanical Engineering Laboratory; New York 1957.
29. DORFNER, K. R.: Dreidimensionale Überschallprobleme der Gasdynamik; Berlin 1957.
30. DUMAS: Contribution a l'étude des spectres de turbulence; Paris 1964.
31. DUCROS, L.: Pompes hydrauliques et appareils élévatoires; Paris 1967.
32. ECKERT, B.—SCHNELL, E.: Axial und Radialkompressoren; Berlin 1961.
33. Этинберг: Теория и расчет проточной части поворотолопастных гидротурбин; Москва 1965.
34. FUCHSLOCHER—SCHULZ: Die Pumpen-Arbeitsweise, Berechnung, Konstruktion; Berlin 1955.
35. Гийон: Исследование и расчет гидравлических систем; Москва 1964.
36. GILBRECH, D. A.: Fluid Mechanics; London 1966.
37. GILLES, A.—HOFF, L.—KÁRMÁN, TH.: Aerodynamik und verwandte Gebiete; Berlin 1930.
38. GOLDSTEIN: Modern Developments in Fluid Dynamics, I—II; New York 1965.
39. GOODMAN, W.: Air Conditioning Analysis; New York 1947.
40. GRAHAM, F.: Audels Pump—Hydraulics Air Compressors; New York 1963.
41. GUDERLEY, K. G.: Theorie Schallnaher Strömungen; Berlin 1957.
42. Grenzschichtforschung — Boundary Layer Research — Symposium; Berlin 1958.
43. HARRIS, C.—CREDE, C.: Shock and Vibration Handbook; New York 1961.
44. HICKS, T. G.: Pump Operation and Maintenance; New York 1958.
45. HORLOCK, J.: Axial Flow Compressors; London 1958.
46. HUNT: Incompressible Fluid Dynamic; London 1964.
47. HUTAREW: Einführung in die Technische Hydraulik; Berlin 1965.
48. HÜRLIMANN: Untersuchungen über Strömungsvorgänge an Schaufelenden; Zürich 1963.
49. IMBACH: Die Berechnung der kompressiblen, reibungsfreien Unterschallströmung durch räumliche Gitter aus Schaufeln aus grosser Dicke und starker Wölbung; Zürich 1964.
50. ISAY: Propellertheorie; Berlin 1964.
51. ЯCOB: Berechnung durch Potentialströmung; Göttingen 1962.
52. Юдин: Шестеренные насосы; Москва 1957.
53. KALIDE, W.: Einführung in die technische Strömungslehre; München 1965.
54. KALKHOFF: Mengenmessung von Flüssigkeiten; München 1964.
55. Канторович, Б. В.: Насосы и воздуходувные машины; Москва 1956.
56. Карелин, В. Я.: Кавитационные явления в центробежных и осевых насосах; Москва 1963.
57. KÁRMÁN, TH.—LEVI-CIVITA, T.: Hidro- und Aerodynamik; Berlin 1924.
58. KAUDERER, H.: Nichtlineare Mechanik; Berlin 1958.
59. KAYS—LAUDON, A.: Compact Heat Exchangers; New York 1958.

60. KELLER, C.: The Theory and Performance of Axial Flow Fans; New York 1937.
61. Кириллов: Теория турбомашин; Москва 1964.
62. KNUDSEN—KATZ: Fluid Dynamics and Heat Transfer; New York 1958.
63. KOTSCHEIN—KIBEL—ROSE: Theoretische Hydromechanik; Berlin 1954.
64. KOVÁTS: Design and Performance of Centrifugal and Axial Flow Pumps and Compressors; Oxford 1964.
65. Козлов—Баженов: Предельная несущая способность элементов турбомашин; Киев 1965.
66. Кривченко: Автоматическое регулирование гидро-гидротурбин; Москва 1964.
67. KRUG: Flüssigkeitsgetriebe bei Werkzeugmaschinen; Berlin 1959.
68. LACHMANN, G.: Boundary Layer and Flow Control; Oxford 1961.
69. LADENBURG, R.—LEWIS, B.—PEASE, R.—TAYLOR, A.: Physical Measurement in Gas Dynamics and Combustion; New Jersey 1954.
70. JAGDISH et al.: Hydraulic Machines; Delhi 1965.
71. *Laminar Boundary Layers* (Ed. ROSENHEAD); Oxford 1963.
72. LANDAU, L.—LIFTSCHITZ, E.: Fluid Mechanics; London 1959.
73. LAZARKEVICZ—TROSZKOLANSKI: Pompy wirowe; Warszawa 1959.
74. Лемберг: Системы гидроавтоматики; Москва 1965.
75. LEVA, M.: Fluidizáció; Budapest 1964.
76. LEWITT, E. H.: Hydraulics and Fluid Mechanics; London 1959.
77. LI—LAM: Principles of Fluid Mechanics; London 1964.
78. LINDGREN, H.—JOHNSON, G. A.: Cavitation Inception on Head Forms; Göteborg 1966.
79. Логов, Л. М.: Бескровошипные многоцилиндровые насосы; Москва 1963.
80. LOJCSJANSZKIJ, L. G.: Folyadék- és gázok mechanikája; Budapest 1956.
81. *Лопаточные машины аппараты*; Москва 1966.
82. MAGILL, P.: Air Pollution Handbook; New York 1956.
83. МАНОНАР, М.: Fluid Mechanics; London 1963.
84. MEDICI: Le pompe; Milano 1968.
85. MILNE—THOMSON, L.: Theoretical Hydrodynamics; London 1955.
86. NECHLEBA, M.: Hydraulic turbines; Prága 1957.
87. NILSSON, J. E.: On the Ideal Flow trough Axial Turbomachine, Cascades; Stockholm 1962.
88. NORRIE, D. H.: An Introduction to Incompressible Flow Machines; London 1963.
89. NUMACHI: Cavitation and Hydraulic Machinery; Sendai 1963.
90. OSWATITSCH, K.: Gasdynamik; Bécs 1952.
91. OUSIAUX—PERRIER: Mécanique des fluides, I—II; Paris 1966, 1967.
92. PAI, S.: Viscous Flow Theory; Van Nostrand 1957.
93. PANZER—BEITLER: Arbeitsbuch der Ölhydraulik; Mainz 1965.
94. PARANPJE: Monte Carlo Approach to the Flow Problems; Zürich 1963.
95. PARKUS, H.: Instationäre Wärmespannungen; Bécs 1959.
96. PEERLESS: Basic Fluid Mechanics; London 1967.
97. Певзнер: Судовые центробежные и осевые насосы; Ленинград 1964.
98. PFLEIDERER, C.—PETERMANN, H.: Strömungsmaschinen; Berlin 1964.
99. PFLIER: Elektrische Messung mechanischer Grössen; Berlin 1948.
100. PIPPENGER—HICKS: Industrial Hydraulics; New York 1962.
101. PIPPENGER—KOFF: Fluid-Powe Controls; New York 1959.
102. Полушкин, Н. П.: Автоматическое регулирование гидротурбин; Ленинград 1967.
103. Пономеренко—Рогов: Радиалне поршневые; Москва 1964.
104. POPE, A.: Wind Tunnel Testing; New York 1954.
105. POPOV, S. G.: Strömungstechnisches Messwesen; Berlin 1958.
106. PRANDTL, L.: Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen; München 1921—1932.
107. PRANDTL, L.: Führer durch die Strömungslehre; Braunschweig 1965.
108. PRANDTL, L.—TIETJENS, O.: Hydro- und Aeromechanik; Berlin 1931.
109. Проскура, Г. Ф.: Гидродинамика турбомашин; Киев 1954
110. REINER—ABIR: Second—Order Effects in Elasticity, Plasticity and Fluid Dynamics; Oxford 1964.
111. RICHTER, H.: Rohrhydraulik; Berlin 1954.
112. RITTER, C.: Flüssigkeitspumpen; Leipzig 1953.
113. ROBINSON: Basic Fluid Mechanics; New York 1963.
114. ROUSE, H.: Engineering Hydraulics; New York 1950.
115. Розанов—Веремко: Исследование гидромашин и гидротехнических сооружений; Москва 1968.

116. SAUER, R.: Einführung in die theoretische Gasdynamik; Berlin 1943.
117. SCHLICHTING: Grenzschicht-Theorie; Karlsruhe 1965.
118. SEARS, W.: General Theory of High Speed Aerodynamics; New Jersey 1954.
119. SEDOV: Two-Dimensional Problems in Hydrodynamics and Aerodynamics; New York 1965.
120. SHAMES, I. H.: Mechanics of Fluids; New York 1962.
121. SCHOLZ: Aerodynamik der Schaufelgitter; Karlsruhe 1965.
122. SHAPIRO, A.: The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid; New York 1954.
123. SHEPHERD, D.: An Introduction to the Gas Turbine; London 1950.
124. SHEPHERD, L. G.: Principles of Turbomachinery; New York 1957.
125. SHERCLIFF, J. A.: The Theory of Elektromagnetic Flow-Measurement; Cambridge 1962.
126. SHERWOOD, W.: Aerodynamics; New York 1946.
127. SILVESTER: Hydraulics and Fluid Mechanics; Oxford 1964.
128. SINCLAIR, J.: Water in Mines and Mine pumps; London 1958.
129. SOKOLNIKOFF, I. S.: Mathematical Theory of Elasticity; New York 1946.
130. SOKOLNIKOFF, I. S.: Tensor Analysis — Theory and Applications; New York 1960.
131. SOUTHWELL, R. V.: Relaxation Methods in Theoretical Physics (Vol. 21); Oxford 1962.
132. STEPANOFF: Centrifugal and Axial Flow Pumps; New York 1948.
133. STEPANOFF: Pumps and Blowers — Two Phase Flow; New York 1966.
134. STEPANOFF: Turboblenders; New York 1955.
135. STREETER, V.: Fluid mechanics; New York 1962.
136. STREETER, V.: Handbook of Fluid Dynamics; New York 1961.
137. *Symposium on Cavitation Research Facilities and Techniques*; New York 1964.
138. Седов, Л. И.: Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики; Москва 1950.
139. *Техническая гидроаэродинамика*; Москва 1965.
140. Тепловые напряжения в элементах турбомашин. Доклады научнаго совещания, Киев 1962.
141. TIETJENS, O.: Strömungslehre; Berlin 1960.
142. TIMOSHENKO, S. P.—GOODIER, J. N.: Theory of Elasticity; New York 1936.
143. TRAUPEL, W.: Die Theorie der Strömung durch Radialmaschinen; Karlsruhe 1962.
144. TRAUPEL, W.: Thermische Turbomaschinen; Berlin 1966.
145. VALENTINE, H. H.: Applied Hydrodynamics; London 1959.
146. VAN DYKE: Perturbations Methods in Fluid Mechanics; New York 1964.
147. VARLET, H.: Turbines Hydrauliques et Groupes Hydroélectrique; Paris 1964.
148. VAVRA, M.: Aero Thermodynamics and Flow in Turbomachines; New York 1964.
149. VOIGT, J.: Grundlagen der Hydraulik (Eine Einführung in die Probleme der Ölhydraulik); Berlin 1962.
150. VON DER NUEL, W. T.: Kreiselpumpen und Verdichter; Stuttgart 1957.
151. Вейцунин, А. И.—Саавич, И. Ф.: Гидравлические и пневматические устройства на строительных дорожных машинах; Москва 1954.
152. WALLIS, R.: Axial Flow Fans; London 1961.
153. WALZ, A.: Strömungs- und Temperaturgrenzschichten; Karlsruhe 1966.
154. WEHRSCHEITZ: Kritische Betrachtung der Modellgesetze; Graz 1964.
155. WEINIG, P.: Die Strömung um die Schaufeln von Turbomaschinen; Leipzig 1935.
156. WESTERGAARD, H. M.: Theory of Elasticity and Plasticity; New York 1952.
157. WILKINSON: Non-Newtonian Fluids; London 1960.
158. WISLICENUS, G. F.: Fluid Mechanics of Turbomachinery, I—II; New York 1965.
159. WUTZ, M.: Theorie und Praxis der Vakuumtechnik; Braunschweig 1965.
160. Зайченко, И. Э.—Мышлевский: Лопатные насосы и гидромоторы; Москва 1964.
161. ZENZ, F.: Fluidization and Fluid Particle Systems; New York 1960.
162. Жуковский: Аэродинамический расчет потока в осевых турбомашин; Ленинград 1967.

**Stand der Strömungstechnik.** Der wissenschaftliche Überblick erörtert, ausgehend von den allgemeinen Problemen (theoretische Bedingungen; Konstruktions-, Kontroll- und theoretische Methoden, Verhalten im Betrieb; Anwendung) der in den strömungstechnischen Maschinen entstehenden Strömung, die individuellen Probleme der einzelnen strömungstechnischen Maschinenarten (Kreiselpumpen, Wasserturbinen, hydrodynamische Antriebe, Lüfter, Gebläse und Kompressoren). Den Überblick ergänzt ein Schrifttum, das 162 Titel von hervorragenden ausländischen Werken, der Fachliteratur umfaßt.

**Situation Report on Fluid Technique.** The scientific situation report thoroughly treats the individual problems of the specific types of machines (centrifugal pumps, water turbines, hydrodynamic drives, fans, blowers and compressors) based on fluid technique, starting from the general problems of the flow developing in such machines (theoretical conditions; designing, controlling and theoretical methods, behaviour in operation; application). The situation report is completed by a bibliography embracing 162 references of outstanding foreign technical literary works.





# A LENGÉSTANI KUTATÁSOK EGYES ÚJABB IRÁNYAI\*

BOSZNAY ÁDÁM

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA  
BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM VILLAMOSMÉRNÖKI KAR MŰSZAKI MECHANIKA TANSZÉK

[Beérkezett 1969. szeptember 10-én]

Az e tárggyal vagy határterületeivel foglalkozó legújabb nemzetközi és hazai konferenciák, kongresszusok, szimpóziumok, valamint a legfrissebb folyóiratanyag alapján a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Kinematikai és Kinetikai Akadémiai Bizottságának megbízásából a szerző áttekintést ad a tudományág újabb kutatási irányairól.

## I. Bevezetés

A lengéstan kutatások egyes újabb irányainak áttekintése előtt érdemes néhány szót ejteni a kutatások legelső hozzáférhető eredményeiről. Érdekes, hogy az első dokumentált mechanikai lengéstan megfigyelések és megfontolások a zenével, illetve akusztikai jelenségekkel voltak kapcsolatosak, tehát már akkor is szorosan összefonódtak az emberi élet, a társadalom tevékenységeivel. Az időszámításunk kezdete előtti 400. év körül ARCHYTAS már így írt a hang és a rezgés kapcsolatáról: „*Világos, hogy a szopora mozgás magas hangot kelt, a lassú pedig mélyet.*” A rezonancia jelenségét JEROME FRACASTORO 1546-ban *Velencében* megjelent könyvecskéjében (*De sympathia et antipathia rerum . . .* címmel) magyarázta először helyesen; magyarázatában hurokról beszélt. ISAAC BEECKMAN egy általa alapított folyóiratban 1618-ban ír le egy akkor már valószínűleg régebben ismert kísérletet a folyadékkal részben telt pohár lengésbe hozásáról nedves ujjnak a pohár szélén való körözésével. Az itt-ott elszórt tapasztalatok az időszámításunk utáni 1600-as évek körül értek meg annyira, hogy egyes tudósok rendszerezést kíséreltek meg. Értékes rendszerezést és szintézist csak olyan személyiség nyújthatott, aki magáénak mondhatta a parciális differenciálegyenlet fogalmát, és képes volt ilyen meg is oldani. EULER rendelkezett a mechanika történetének írói szerint elsőként ezekkel a szerencsés képességekkel, és így neki köszönhető elsősorban a mai lengéstan megalapozása.

A tudományág vélt kezdeteiről szóló rövid megemlékezés után a jelenre áttérve röviden meg kell említeni, hogy a referátum csak a szilárd testek vagy ezek rendszere lengéseivel kapcsolatos problémákkal foglalkozik, de nem tér

\* A *Kinetikai és Kinematikai Akadémiai Bizottság* 1969. május 12-i ülésén elhangzott, és a Bizottság határozata alapján közzétett jelentés.

ki az automatikus szabályozás elméletébe tartozó kérdésekre. Továbbá nem annyira egyes személyek vagy országok eredményeit kívánja a szerző vagy a szerző országának nevével megjelölve feltüntetni, hanem inkább olyan általánosan felismerhető főbb irányokat, témaköröket, amelyek majdnem mindenütt megtalálhatók.

A jelenleg észrevehető főbb kutatási irányok és tevékenységek jó része közvetlenül összefügg az időszerű műszaki feladatokkal a termelés, a honvédelem, a közlekedés, az üzemvitel stb. területén. A kutatások egy másik része közvetve kapcsolódik ezekhez pl. azáltal, hogy a tudományág belső fejlődését mozdítja elő. Vannak természetesen bizonyos szempontból öncélúnak mondható kutatások is; sok esetben azonban más szempontból és későbbi időpontban vizsgálva, ezek is beleilleszthetők az említett két témafajta egyikébe.

A témák ismertetésének sorrendjére alig lehet valamilyen legkedvezőbbnek nevezhető változatot találni. Olyan sok, egymással is kölcsönhatásban levő szempontot kell tekintetbe venni, hogy a döntés valószínűleg mindenképpen szubjektív elemeket tartalmaz.

## II. A főbb kutatási irányok

### I. A klasszikus témák

Azokat a témákat jelöljük ezzel a névvel, amelyek matematikai eszközök tekintetében nem vezetnek feltétlenül messzebb a lineáris differenciálegyenleteknél, illetve egyenletrendszereknél. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy e témákat elavultaknak kellene tekintenünk. Jól illusztrálja ezt a megjegyzést az ebbe a kategóriába tartozó, és gyakorlatilag igen nagy jelentőségű *véges-elem módszer*. E módszerrel — a korszerű számítógépek nyújtotta lehetőségek kiaknázásával — olyan bonyolult alakú, és bonyolult feltételeknek alávetett szerkezetek teljes mechanikai számítása oldható meg, amelyeket más módszerrel aligha lehetne a gyakorlat által megkívánt határidőre és pontossággal elvégezni.

Mivel példaként már felhoztuk a *véges elemek módszerét*, célszerű először erről számot adni. Ez a módszer a valóságos mechanikai rendszert véges szabadságfokú modellel helyettesíti. A modellt oly módon veszi fel, hogy az több, egymással összekapcsolt részből, elemből összetettnek legyen tekinthető. A következő lépésben az egyes elemek mechanikai egyenleteit írja fel; e lépés egyszerűségét előmozdítja, ha az egyes elemek egyszerű struktúrájúak. Ezután az elemek kapcsolódásait és az elemek előzőekben meghatározott mechanikai egyenleteit figyelembe véve megalkotja az *egész rendszerre* vonatkozó mechanikai egyenleteket.

Az egyes elemeknek olyanoknak kell lenniök, hogy teljes mechanikai állapotukat egyértelműen jellemezze határoló felületük véges számú pontjára.

nak elmozdulása (eltolódása és elfordulása). Bár statikai vizsgálat esetén, és akkor, ha az elem csak véges számú pontban csatlakozik a környezetéhez, ez tetszőleges elem esetén fennáll, de dinamikai esetben általában nem. Dinamikai vizsgálatnál is kielégíthető ez a követelmény, ha az elem kiskitérésű *normálrezgést* végez, vagy ha adott frekvenciájú szinusos gerjesztett rezgésnek van kitéve. Ez szerencsés, mert a gyakorlat legtöbb lengéstan feladata ilyen esetekre vezethető vissza.

Egy-egy elem mechanikai tulajdonságait az illető elem dinamikus merevségi mátrixa tömöríti magába. Ez a mátrix általában csak egyes egyszerűbb esetekben — és akkor is általában csak közelítőleg értelmezhető úgy, hogy az csak a tömeghatásokat figyelembe vevő *tömegmátrixból* és csak az alakváltozási tulajdonságokat figyelembe vevő *rugómátrixból* kombinálható össze. E tény ellenére egyes munkákban nem egyszer találkozhatunk ellenkező fel fogással.

Az első lépés a véges szabadságfokú modell felvétele — főként *kétféleképpen* történhet. Az egyik főbb lehetőség az, hogy a modellt kiindulásképpen kontinuumnak tekintjük, és ebből a mechanikai energiák egyenlőségét követelve térünk át véges szabadságfokú modellre. Világos, hogy ez az eljárás már csak azért is tartalmaz tudatos elhanyagolást, mert a mechanikai energiák egyenlőségét csak meghatározott mozgásfajtákra követelhetjük, a vizsgálandó mozgásfajtát viszont nem ismerjük; éppen ennek a meghatározása a célunk. A másik megemlíthető lehetőség az, hogy tudva, hogy az előző lehetőség is csak approximáció, a véges szabadságfokú modellt a közvetlen szemlélet alapján, csaknem ösztönösen és csak elemi összefüggésekre támaszkodva vesszük fel. Ez az utóbbi eljárás megfelelő kidolgozás után eredményesnek ígérkezik.

A vázoltak csak azt mutatták meg, hogy miképpen kell a vizsgálandó szerkezet mechanikai egyenleteit felírni; a megoldás kérdését itt nem említjük meg, csak annyit, hogy azáltal, hogy ezek az egyenletek mátrix-alakban adódnak ennél az eljárásnál, megkönnyebbedik a számítógépre való programozhatóság.

Érdekes, hogy a véges elemek fent leírt „filozófiáját” villamos hálózatok vizsgálatánál egy magyar származású tudós KRON GÁBOR (GABRIEL KRON) alkalmazta először. KRON egyébként arra is rájött, hogy ezek a gondolatok a mechanikában is sikerrel kamatoztathatók.

A legújabb irányzatok közé sorolható a mechanikai, a termikus és általában az elektromágneses jelenségek közötti kölcsönhatás tekintetbevétele a legkülönbözőbb kontinuummechanikai feladatokban. Szorosan összefügg ezekkel a kutatásokkal a hullámterjedés vizsgálata, de ez az utóbbi téma csak kis részben sorolható a „klasszikus” témák közé.

Gyakori törekvés különböző alakú rúdszerkezetek, héjak, háromdimenziós vett kontinuumok sajátfrekvenciáinak és állandósult gerjesztett lengésállapotuknak közelítő meghatározása a véges elemek módszerével, esetleg

többé-kevésbé rokon egyéb eljárásokkal. Az egyik ilyen jellegzetes módszer bonyolultabb síkidom alakú membránok, lemezek lengésvizsgálatát azáltal mozdítja elő, hogy konform leképezéssel kör alakúvá képezi le azokat. Egy másik ilyen, a kutatások előterében levő eljárás az, amely az *átviteli* (vagy *szakasz*) *mátrixokat* alkalmazza. Rokon a véges elemek módszerével és főként abban tér el tőle, hogy az egyes elemek csatlakozási helyein mutatkozó mechanikai mennyiségeket a számításokból minél nagyobb mértékben kiküszöbölni igyekszik. Nagy eleganciája és kedveltsége ellenére is gyakran súlyos numerikus nehézségekre vezet alkalmazása. Ezek kiküszöbölésére számos erőfeszítés történt.

A rudak, héjak, lemezek mozgásegyenleteinek a háromdimenziós kontinuum mozgásegyenleteiből való levezetésével kapcsolatos probléma is egyike az újabb kutatási témáknak. E levezetések kapcsán különleges, újabban feltételezett, illetve felfedezett anyagtulajdonságokat is figyelembe vesznek. Ilyen a *polárosságnak* nevezhető tulajdonság, aminek egy lehetséges egyszerű fizikai szemléltetése abban áll, hogy az anyag belsejében

$$\text{erő} \times \text{hosszúság/hosszúság}^2$$

dimenziójú megoszló nyomatékok is működnek.

Lengéscsillapítók, lengésemésztők méretezését mind a passzív, mind az aktív elven működő szerkezetek tervezése esetében erősen befolyásolják a különböző, erre a célra jól használható műanyagok sokasodása, továbbá az ezzel kapcsolatos nem-lineáris hatások analízise.

Forgórészek instabilis viselkedésével is sok újabb munka foglalkozik, a lineáris elmélet kereteiben is. Változó nyomatékkal hajtott, változó axiális erővel és az elmozdulásoktól függő aktív erőhatásokkal terhelt, több helyütt anizotróp módon csapágyazott, különböző csillapításoknak kitett, nem szimmetrikus rugalmas és tehetetlenségi tulajdonságokkal rendelkező tengelyek és forgórészek legkülönbözőbb eseteit vizsgálják. Legújabban LJAPUNOV stabilitásvizsgáló módszereit is alkalmazzák erre a célra.

A kristályos szerkezetű anyagokban mindig található különböző természetű kristályhibák, diszlokációk. Ezek lengések alkalmával vándorolnak; a diszlokációk mozgásával és a lengésekre gyakorolt hatásával kapcsolatosan is indultak kutatások. Lengés folyamán a diszlokációk nemcsak vándorolhatnak, hanem számuk sokasodhat is, ami a fáradás előrehaladásának is lehet jelzője. E jelenséget arra is fel lehet használni, hogy gerjesztett lengés mérésével roncsolásmentesen tájékozódjunk a szerkezet vagy alkatrész hátralevő várható élettartamáról. Ha a diszlokációk elég sűrűn helyezkednek el az anyag valamely részében, eredményes lehet mozgásuknak kontinuumelmélettel való közelítő leírása.

Rétegezett (lágyabb és keményebb rétegekből álló) szerkezetek lengései-  
nek különböző modellek és közelítések alapján való számítása is sokszor kerül  
tárgyalásra. Ezeknek a könnyű jármű és egyéb szerkezetek tervezésénél van  
jelentősége.

## 2. Egyéb témák

a) *A pörgettyűelmélet területén.* A pörgettyű problémája több ok miatt  
kerülhet bele a lengések tanába. A pörgettyűtest és felfüggesztése is rezeghet-  
nek, a pörgettyű lengéscsillapítóként is alkalmazható, továbbá a pörgettyű  
stabilitásának vizsgálata is vezethet rezgéstani jellegű feladatra. Újabban  
a következő főbb kérdések szerepelnek a kutatómunka napirendjén:

Gyűrűsen felfüggesztett, inercia-navigáció célját szolgáló pörgettyű irá-  
nyítási hibájának számítása szabad és gerjesztett lengés esetén, a gyűrűk tehe-  
tetlenségi nyomatékainak, csillapításoknak stb. tekintetbevételével;

kétszabadságfokúan felfüggesztett pörgettyűtest iránytartási hibájának  
számítása, ha a hibát a pörgettyűtest alakváltozásával járó rezgési és a csap-  
ágyak anizotróp rugalmassága okozza;

a mesterséges égitestek gravitációs hatásra létrejövő kétdimenziós perió-  
dusos mozgásának stabilitásvizsgálata a mágneses és közegellenállás hatások  
figyelembevételével;

különböző típusú mozgás (lengés) stabilizáló pörgettyű (rendszer) moz-  
gása stabilitásának diszkussziója;

pörgettyű mozgása sztochasztikusan változó erők hatására vagy para-  
métereinek sztochasztikus változása esetén;

a sajátforgás szögsebességével hangolt lengéscsillapító pörgettyű e funk-  
ciójának vizsgálata, nevezetesen milyen feltételeket kell hetartani, ha teljes  
lengéskióltást írunk elő.

b) *Geometriai vagy fizikai okok miatt nem-lineáris lengések területén.* Két  
irányzat érdemel ezen a területen különös figyelmet. Az egyik a nemlineáris  
differenciálegyenletek kvalitatív megoldási módszeréhez csatlakozva elvontan  
definiálja a „dinamikai rendszert”, és a funkcionálanalízis, valamint a topo-  
lógia módszereinek alkalmazásával átfogó, általános kijelentéseket tesz a meg-  
oldás sajátosságaira (pl. annak stabilitására) vonatkozóan anélkül, hogy a meg-  
oldást előzetesen meghatározná. E tudományos anyag közvetlen gyakorlati  
felhasználása még sok munkát igényel.

A másik irányzat a közönséges differenciálegyenletrendszerrel leírható  
problémákhoz a koordinátákból alkotott  $n$  dimenziós konfigurációs térben  
mozgó egységnyi tömegpont mozgását rendeli hozzá. A hozzárendelt tömeg-  
pont trajektóriáját megadó egyenletrendszer lineáris lengés esetén is nemline-  
áris. Az egyenletrendszer tehát nem válik lényegesen bonyolultabbá a nemline-  
áris lengés vizsgálatára áttérve. Ez a felismerés alkotja az alapját ennek az új  
irányzatnak; az eljárás első lépése a trajektória (trajektóriák) meghatározása,

a második a mozgás időbeli lefolyásának vizsgálata. A módszer már eddig is több, közvetlenül alkalmazható eredményt hozott.

Az említett két fő irányzat vázolása után néhány fontosabbnak minősíthető olyan problémát ismertetünk, amelyek véleményünk szerint méltók az újabb irányzatok közé való sorolásra. Mindazoknak a kérdéseknek, amelyeknek „lineáris” változatairól szoltunk a klasszikus témák között, létezik nemlineáris kibővített változata is. Ezeket nem soroljuk fel itt ismételtén, csak utalunk rájuk, mint ideillő irányzatokra.

A szerkezetek statikus vagy kinetikus (időben az adott szerkezet paramétereikhez képest viszonylag gyorsan változó) terhek hatására kialakuló instabilitás bekövetkezése utáni állapotát általában nemlineáris egyenletekkel lehet csak vizsgálni. E kérdések kutatása is egy ilyen fontosabb új irányzat.

Nemlineáris rendszer sztochasztikus terhek hatására kialakuló lengési spektrumának meghatározása egy további ilyen terület. Nemlineáris rendszerekre — stacionárius sztochasztikus folyamat esetén — *elvben* meg lehet határozni e lengés legfontosabb jellemzőit, nevezetesen az autokorrelációs függvényt vagy a spektrális sűrűséget, gyakorlatilag azonban ez igen bonyolult feladat. Különböző elgondolásokon alapuló közelítő módszerek kidolgozása alkotja itt az új irányzatot.

Valószínűleg további szerepet kap a jövőben annak a nemlineáris lengésfeladatok heurisztikus alapon való linearizálására szolgáló módszernek, a „direkt linearizálásnak”, amelyet PANOVKO dolgozott ki. Érdemes lenne megpróbálkozni az egyébként igen sikeres eljárás szigorúbb megalapozásával.

Az inercianavigációt ellátó pörgettyűt e funkciójában helyettesíteni lehet pl. rezgő hangvillával vagy hasonló rezgőrendszerrel. A hangvilla rezgésekor nemlineáris effektusok is előállnak, aminek az a szemléletes oka, hogy a hangvilla szárainak rezgése hosszirányú erőket is ébreszt és ezek zavarják a hangvilla említett funkcióját. E jelenség kiküszöbölése és olyan hasonló vizsgálatok, amelyeknek az a céljuk, hogy nemlineáris rendszerből valamilyen nem kívánt hatást kiszűrjenek, alkotnak egy további kutatási irányzatot.

Gépalkatrészek, különösen repülőgép-alkatrészek fáradásának vizsgálata paraméteresen, sztochasztikusan gerjesztett nemlineáris lengésfeladatokra vezet. E kérdések nagy gyakorlati jelentősége új irányzattá emeli az ezekkel a problémákkal való foglalkozást.

Fontos helyet foglalnak el azok a munkák, amelyek a legkülönbözőbb lengésszámítások megoldására szolgáló eljárások numerikus oldalával foglalkoznak, a numerikus módszerek stabilitását, konvergenciáját, konvergencia-sebességét, gépi programozásának optimalizálását kutatják. Különleges szerepet tölt be ezen a területen egyes problémákkal kapcsolatban a GALJORKIN módszerének hatékonyság-vizsgálata.

Egyszabadságfokú nemlineáris rendszerek rezgéseinek számítását megkönnyíti a funkcionálanalízis fixpont-tételének alkalmazása. Ezt a gondolatot

több szabadságfokú rendszerre is megkezdték általánosítani, ami lehetőséget nyújthat új konvergencia-kritériumok és egzakt hibabecslések felállítására.

Az egészen általános értelemben vett dinamikai rendszerek érzékenységeinek, pontosságának és optimalizálásának problémája is egyre gyakrabban vetődik fel. Egy paraméterre vonatkozó érzékenységen az értendő, hogy ennek a paraméternek valamely értéke környezetében való kis, zérushoz tartó megváltoztatására milyen mértékben reagálnak a rendszer valamely mozgástípusának jellemzői. A pontosság fogalmába a paraméter zérustól különböző (nem infinitézimális) megváltozásának hatása tartozik bele.

c) *A stabilitásvizsgálat területén.* Valamely mozgás stabilitásának vizsgálatával kapcsolatban viszonylag könnyen érthető, hogy a vizsgálat gyakran a lengéstanba tartozó kérdésekre vezethető vissza. A *tartós nyugalmi* (egyensúlyi) állapot stabilis voltának megvizsgálása is vezethet lengéstanba jellegű feladatra. Ez nem volt ilyen világos eleinte. Ma már tudjuk, hogy egyes, energiafogyasztó vagy egyéb nemkonzervatív hatásokat tartalmazó egyensúly-stabilitási problémák csak így vizsgálhatók.

Akár mozgásállapot, akár tartós nyugalmi állapot stabilitását kell vizsgálni az a kedvező, ha a vizsgálatot variációs feladatra sikerül visszavezetni, mert bonyolultabb, zárt alakban meg nem oldható feladathoz nagy könnyebbséget jelentenek azok a közelítő eljárások, amelyek ilyenkor alkalmazhatók. Energiafogyasztó vagy egyéb nemkonzervatív hatások jelenlétékor ritkán sikerült a feladatot variációs elvre visszavezetni. A numerikus megoldás érdekében ezért két főbb irányzat alakult ki. Az egyik azt vizsgálja, hogy az egyenértékű variációs elv hiánya esetén is alkalmazható numerikus módszer mennyire hatékony. Különösen a GALJORKIN módszerét és annak különböző általánosításait találjuk az ilyen vizsgálatok középpontjában. A másik igyekszik valamilyen formában megmenteni az energiaszemlélet alkalmazhatóságát és ennek érdekében sokszor a stabilitás-definíciót is inkább megváltoztatja.

A Galjorkin-módszer a kiinduló lépésben kontinuumnak vett modellt végeredményben — bár elég hosszú kerülőúton — finitizálja. Viszonylag kevés azoknak a próbálkozásoknak a száma és nem is elég általános jellegűek, amelyek e kitérő nélkül kísérelnék meg a végeredményében ugyanilyen eredményességet ígérő, de már kezdettől fogva végrehajtott finitizálást.

A stabilitásvizsgálat egy további főirányzata LJAPUNOVNAK és követőinek módszereihez fűződik. E módszer kissé pontatlanul fogalmazott lényege az, hogy megfelelően konstruált függvény segítségével „megszondázva” a probléma differenciálegyenlet-rendszerét, a megoldássereg meghatározása nélkül eldönthető, hogy a lehetséges megoldások bizonyos stabilitásdefiníció szerint stabilisnak vagy nem stabilisnak (labilisnak) minősülnek. Itt azonban két nehézséggel állunk szemben. Az egyik az, hogy — különösen nemkonzervatív esetben — nincsen egyelőre gyakorlatias út az említett „szondázó” függvény

megszerkesztésére. A másik pedig abban áll, hogy e módszernek a kontinuum-modellekre alkalmazható változata csak kezdeti stádiumban van még.

d) *Alkatrészek és szerkezetek dinamikus terhelése.* Ha dinamikus terheknek kitett alkatrészek vagy szerkezetek viselkedését akarjuk vizsgálni, akkor ehhez az anyagok viselkedését különösen pontosan kell ismernünk. A mai és jövőbeli műszaki feladatokban gyakran kell és kell majd ilyen feladatokkal foglalkozni. Impulzusszerű terhekre való méretezéshez, a ballisztikában, a nagysebességű megmunkálás kapcsán, lökésgátló szerkezetek méretezéséhez különböző hullámterjedési vagy repedésterjedési problémákban, az anyag belső csillapításán nyugvó törvény kutatásában elengedhetetlenek ezek az ismeretek.

Nagy elméleti és kísérleti kutatómunka folyik ezen a területen és tulajdonképpen a konstitutív-egyenlet vagy anyag-egyenlet minél pontosabb felállítása, ennek birtokában pedig a feladatok elméleti tárgyalási lehetőségének megteremtése a fő cél. Ezekben a vizsgálatokban is szerepet kapnak a mechanikai-termodinamikai-elektromágneses kölcsönhatások, valamint a diszlokációk mozgásának elmélete. A szükséges kísérletek azonban viszonylag bonyolult, nagy pontosságú, különleges mérőberendezéseket igényelnek.

e) *Optimalizációk.* Ezt a korszerű, társadalmi-gazdasági szemléleten alapuló elvet a lengéstanban még nem alkalmazzák kiterjedten, de jövője kétségtelenül nagy. Ha lengés jellegű hatásoknak kitett szerkezetekkel kapcsolatban írjuk elő, hogy előállítási és élettartamuk alatti üzemviteli költségeiknek összege legyen minimális, akkor ez az előírás vagy a legnagyobb elmozdulásra vagy egy meghatározott pont elmozdulására, vagy a terhelőerőknek a saját támadáspontjuk elmozdulásakor végzett virtuális munkájára, vagy a legkisebb sajátfrekvenciára ad valamilyen megkötést. Elmozduláson itt vagy impulzusszerű teher, vagy lépcsősen növekedő teher, vagy harmonikusan változó teher hatására végbemenő időbeli maximális elmozdulás értendő. A méretezés optimalizálásán kívül ma már az üzemvitel során való optimalizálásra törekednek.

f) *Aeroelaszticitással kapcsolatos feladatok.* Ez a problémakör határterület jelen referátum szempontjából, mert *folyékony közegből* és szilárd testből, illetve ezek rendszeréből álló alakzat rezgéseivel foglalkozik. Ezért csak futólag, nevének pusztá megemlítésével, és fontosságának aláhúzásával szerepeltetjük. Csak illusztráló példaként említjük, hogy nemcsak repülőgépszárnyakkal, hanem villamos szabadvezetékekkel, áramlástanai gépek lapátjaival, illetve forgórészével kapcsolatban is felmerülnek ilyen jelenségek.

g) *A lengéstan mérés új irányzatairól.* Jól ismert, hogy milyen nagy szerepe van minden elmélet kifejlesztésében az előre megtervezett, célszerű tapasztalatnak, vagyis a kísérleteknek. Mint sok más területen a lengéstan mérés terén is nagy lehetőségeket rejtenek magukban a legújabban kialakult villamos vagy általában elektromágneses elven működő jelzők és az ezek által szolgáltatott jeleket hasznosító villamos kapcsolások. Ezek egyre inkább lehetővé teszik többszörös szinkron mérőberendezések alkalmazását.



Nagy a jövője azoknak a mérőberendezéseknek is, amelyeknek kimenete közvetlenül számítógépre kapcsolódik, amely rögtön feldolgozza az adatokat.

A félvezetős, továbbá a gáz-laserrel kombinált akusztikai diffrakciós cellával működő jelvevők pusztán a nevük megemlékezésével csak illusztrálni kívánjuk azt a tényt, hogy a viszonylag új felfedezések milyen gyorsan nyerhetnek alkalmazást a lengésmérésekben.

\*

Szerző köszönetét fejezi ki BÖHM JÁNOS, CSONKA PÁL, GOSCHY BÉLA, JAKKEL OTTÓ, KOLLÁR LAJOS, LÉVAI IMRE, MAJOR SÁNDOR, SZTOPA GYULA, SZIDAROVSKY JÁNOS és TERPLÁN ZÉNÓ hozzászólásáért, amelyeket tekintetbe vett a közzétett szöveg kialakításakor.

**Einige neue Forschungstendenzen über die Schwingungslehre** Im Auftrage von dem Kinematischen und Kinetischen Ausschuß der Abteilung der Technischen Wissenschaften der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, versucht der Verfasser einen Überblick über die neuen Forschungstendenzen in der Schwingungslehre zu bieten, und er stützt sich dabei auf das Material der sich mit diesem Wissenszweig oder mit den benachbarten Wissenschaftsgebieten befassenden letzteren internationalen und nationalen Konferenzen, Kongresse, Symposien und Zeitschriftenartikel.

**Some New trends in Research on the Theory of Oscillation.** On the commission of the Kinematic and Kinetic Committee of the Department of Technical Sciences of the Hungarian Academy of Sciences, author attempted to give a survey on the new trends in research on the theory of oscillation, on the basis of international or national conferences, congresses, symposions and articles in reviews treating this branch and connected fields of sciences.



# CSILLAGSOKSZÖG ALAPRAJZÚ FORGÁSPARABOLOID-HÉJAK

CSONKA PÁL

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA  
MTA MŰSZAKI MECHANIKAI TANSZÉK MUNKAKÖZÖSSÉGE, BUDAPEST

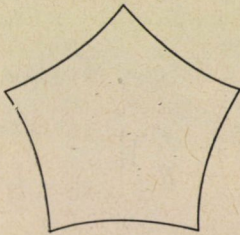
[Beérkezett 1969. augusztus 4-én]

A dolgozat oly forgásparaboloid-héjak számításával foglalkozik, melyek alaprajzi idoma befelé ívelt oldalakkal bíró szabályos sokszög. Felteszi, hogy a héj peremgerendáját fal, vagy sűrűn egymás mellett álló oszlopok gyámolítják. Terhelésként az alaprajz területén egyenletesen megoszló függélyes erőrendszert tételez fel, s a héj peremvonalának ívelését akként állapítja meg, hogy a héj redukált belsőerői egyszerű zárt képletekkel legyenek számíthatók. A dolgozat a redukált feszítőerők fő értékeit is megállapítja, sőt a redukált feszültségi főirányok trajektóriáinak egyenletét is felállítja. A redukált feszítőerők számításának egyszerű voltát számpéldával igazolja.

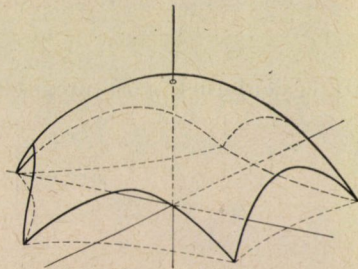
## 1. Bevezetés

E dolgozat keretében *csillagsokszögön* olyan szabályos idomot értünk, amelynek oldalai befelé íveltek (1. ábra).

A csillagsokszög fölé, mint alaprajz fölé szerkesztett függélyes tengelyű forgásparaboloid-héjak az alaprajz területén egyenletesen megoszló függélyes teher esetében aránylag egyszerűen számíthatók. Ennek előfeltétele azonban, hogy az alaprajzi idom oldalainak ívelését megfelelően alakítsuk, héj peremtartóját fallal vagy sűrűn egymás mellett álló oszlopokkal támasszuk alá (2. ábra).



1. ábra. Ötoldalú csillagsokszög



2. ábra. Ötoldalú csillagsokszög fölé szerkesztett forgásparaboloid-héj

Az alábbiakban a csillagsokszög alaprajzú héjak erőtani vizsgálata során tárgyalásainkat a héjak membránelméletére alapozzuk. Ennek megfelelőleg a héjfalban keletkező hajlító és csavaró hatásokat — ideértve a peremtartóhoz való csatlakozás környezetében keletkező hajlító és csavaró erőket is — figyelmen kívül hagyjuk. Nem vesszük számításba a peremtartóban keletkező — amúgy is jelentéktelen — hajlító és csavaró hatásokat sem.

## 2. A csillagsokszög

## 2.1. A határoló vonal egyenlete

Az  $n$ -oldalú csillagsokszög alakját az  $O(r, \varphi)$  poláris koordinátarendszerben az

$$f(r, \varphi) = A \frac{r^2}{R^2} + B \frac{r^n}{R^n} \cos n\varphi + C = 0$$

alakú egyenlettel jellemezzük (3. ábra). Ebben az egyenletben  $R$  a csillagsokszög köré írt kör sugara,  $A$ ,  $B$  és  $C$  pedig állandókat jelentenek. Utóbbiaknak oly értéket tulajdonítunk, hogy az alaprajzi idomnak a kívánt helyeken sarokpontjai, mégpedig kettős pontjai legyenek. Ehhez az szükséges, hogy az említett pontokban  $f$ ,  $\partial f/\partial r$  és  $\partial f/\partial \varphi$  zérus értékű legyen,  $f$  második deriváltjai viszont ne mind tűnjenek el. Mindezek a követelmények akkor teljesülnek, ha

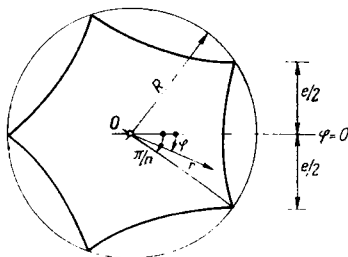
$$A = 1, \quad B = \frac{2}{n}, \quad C = -\frac{n-2}{n}.$$

Ezekkel az értékekkel a csillagsokszög egyenlete:

$$f(r, \varphi) = \frac{r^2}{R^2} + \frac{2}{n} \cdot \frac{r^n}{R^n} \cos n\varphi - \frac{n-2}{n} = 0. \quad (1)$$

A fenti egyenletnek  $\varphi$ -re megoldott alakja:

$$\varphi = \frac{1}{n} \arccos \left[ \frac{n}{2} \cdot \frac{R^n}{r^n} \left( \frac{n-2}{n} - \frac{r^2}{R^2} \right) \right]. \quad (2)$$

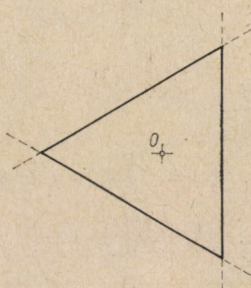


3. ábra. Az  $O(r, \varphi)$  poláris koordinátarendszer

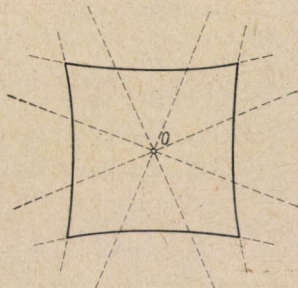
2.2. Az  $n = 3$  eset

Ha  $n = 3$ , a csillagsokszög határoló vonalának (1) alatti egyenlete

$$\frac{r^2}{R^2} + \frac{2}{3} \frac{r^3}{R^3} \cos 3\varphi - \frac{1}{3} = 0 \quad (3)$$



4. ábra. Háromoldalú csillagsokszög



5. ábra. Négyoldalú csillagsokszög

alakú, ami némi átalakítás után ekként írható:

$$\left(1 - 2 \frac{r}{R} \cos \varphi\right) \left(\frac{r}{R} \sin \varphi + \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{r}{R} \cos \varphi + \frac{1}{\sqrt{3}}\right) \cdot \left(\frac{r}{R} \sin \varphi - \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{r}{R} \cos \varphi - \frac{1}{\sqrt{3}}\right) = 0. \quad (4)$$

A fenti egyenlet három tényezőre bontható:

$$1 - 2 \frac{r}{R} \cos \varphi = 0,$$

$$\frac{r}{R} \sin \varphi + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{r}{R} \cos \varphi + \frac{1}{\sqrt{3}} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{r}{R} \sin \varphi - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{r}{R} \cos \varphi - \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.$$

Ezek az egyenletek egymást  $60^\circ$ -ban metsző három egyenesnek az egyenletei, tehát az adott esetben a csillagsokszög egyenlőoldalú háromszöggé fajul el (4. ábra).

2.3. Az  $n = 4$  eset

Ha  $n = 4$ , akkor a csillagsokszög (1) alatti egyenlete így alakul:

$$\frac{r^2}{R^2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{r^4}{R^4} \cos 4\varphi - \frac{1}{2} = 0. \quad (6)$$

Ámde

$$\cos 4\varphi = 2 \cos^2 2\varphi - 1,$$

úgyhogy az előbbi egyenlet helyett ez írható:

$$\left( \frac{r^2}{R^2} \cos 2\varphi - \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{r^2}{R^2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \cdot \left( \frac{r^2}{R^2} \cos 2\varphi + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{r^2}{R^2} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 0. \quad (7)$$

A fenti egyenletet két tagra bontva, az

$$\begin{aligned} \frac{r^2}{R^2} \cos 2\varphi - \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{r^2}{R^2} + \frac{1}{\sqrt{2}} &= 0, \\ \frac{r^2}{R^2} \cos 2\varphi + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{r^2}{R^2} - \frac{1}{\sqrt{2}} &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

egyenleteket kapjuk, melyek két hiperbolát képviselnek. A szóban forgó esetben tehát a csillagsokszöget négy hiperbolaív határolja (5. ábra). Ezek valós féltengelye

$$a = \frac{R}{\sqrt{\sqrt{2} + 1}} \cong 0,64359 R, \quad (9)$$

képzetes féltengelye pedig

$$b = \frac{R}{\sqrt{\sqrt{2} - 1}} \cong 1,55377 R \quad (10)$$

nagyságú.

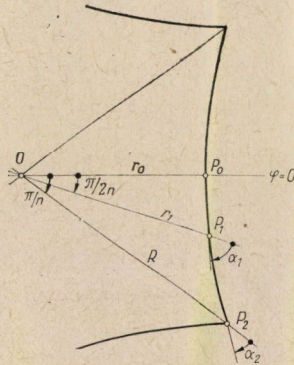
### I. táblázat

Adatok a  $3 \leq n \leq 10$  csillagsokszögek megszerkesztéséhez

$n$	$r_0$	$r_1 = \left(\frac{n-2}{n}\right)^{\frac{1}{2}} R$	$\tan \alpha_1 = \left(\frac{n}{n-2}\right)^{\frac{n-1}{n}}$	$\tan \alpha_2 = \left(\frac{n-2}{n}\right)^{\frac{1}{2}}$
3	0,5000 R	0,5774 R	1,7321	0,5774
4	0,6436 R	0,7071 R	2,0000	0,7071
5	0,7221 R	0,7746 R	2,1552	0,7746
6	0,7721 R	0,8165 R	2,2500	0,8165
7	0,8098 R	0,8452 R	2,3250	0,8452
8	0,8322 R	0,8660 R	2,3704	0,8660
9	0,8515 R	0,8819 R	2,4225	0,8819
10	0,8670 R	0,8944 R	2,4414	0,8944

## 2.4. A csillagsokszög megszerkesztése

A csillagsokszög határoló vonalának az  $O$  kezdőponttól tetszőleges  $r$  távolságra levő  $P$  pontjainak  $\varphi$  poláris szögét a (2) képlet segítségével meg tudjuk határozni, s így a csillagsokszög határoló vonalát kívánt pontossággal meg tudjuk szerkeszteni.



6. ábra. Jelölések

A fenti pontos eljárással szemben a gyakorlat céljaira teljesen megfelelő, ha a csillagsokszög határoló íveit csupán öt pont és érintő birtokában rajzoljuk meg. Az egyes pontok közötti ívszakaszok parabolával vagy körívvel helyettesíthetők. A szóban forgó közelítő szerkesztés céljaira az I. táblázatban szereplő jelölések értelmét a 6. ábra magyarázza.

Az  $5 \leq n \leq 10$  oldalú csillagsokszögek alakja a 7. ábrán látható.

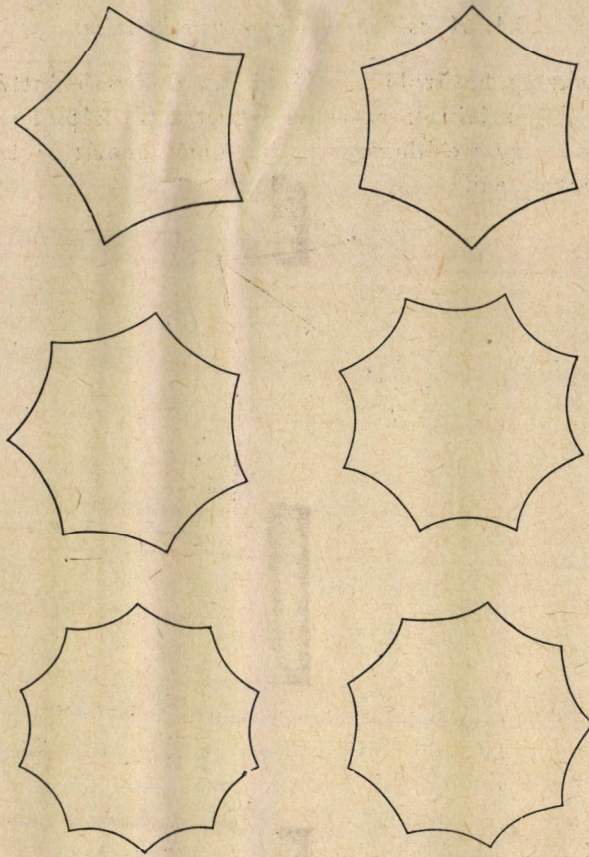
## 3. A héj alakja

Az  $R$  sugarú körbe írt csillagsokszög fölé, mint alaprajz fölé szerkesztett  $h$  magasságú forgásparaboloid-héj középfelületének egyenlete a 8. ábrán feltüntetett  $O(r, \varphi, z)$  hengeres koordinátarendszerben:

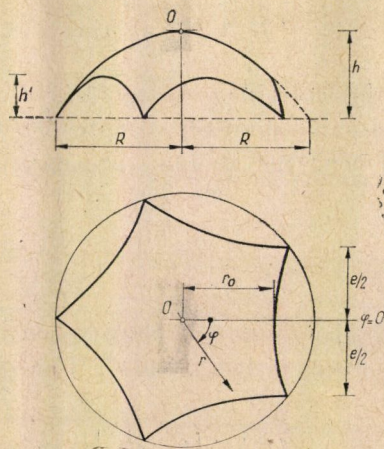
$$z = \frac{h}{R^2} r^2. \quad (11)$$

Ezt a felületet az alaprajzi idom fölé állított hengerfelület ívekben metszi. Utóbbiak az  $n > 3$  esetben térbeli görbék. Ívmagasságuk:

$$h' = h \left( 1 - \frac{r_0^2}{R^2} \right). \quad (12)$$



7. ábra. Az  $5 \leq n \leq 10$  oldalú csillagsokszögek



8. ábra. Csillagsokszög alaprajzú forgáspároloid-héj



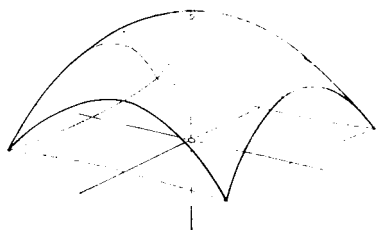
## II. táblázat

$A 3 \leq n \leq 10$  oldalú csillagsokszög alaprajzú forgásparaboloid-héjak peremívének  $h'$  ívmagassága

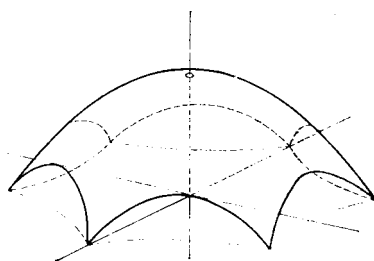
$n$	$h'$
3	0,7500 $h$
4	0,5858 $h$
5	0,4786 $h$
6	0,4039 $h$
7	0,3442 $h$
8	0,3076 $h$
9	0,2750 $h$
10	0,2483 $h$

A  $3 \leq n \leq 10$  oldalú csillagsokszög alaprajzú forgásparaboloid-héjak peremíveinek  $h'$  ívmagasságát a II. táblázat tartalmazza.

Az  $n = 4$  és  $n = 6$  oldalú csillagsokszög alaprajz fölé szerkesztett forgásparaboloid-héjak axonometrikus képe a 9a és 9b ábrán látható.



9a ábra. Négyoldalú csillagsokszög alaprajzú forgásparaboloid-héj



9b ábra. Hatoldalú csillagsokszög alaprajzú forgásparaboloid-héj

## 4. A feladat megoldása általában

Héjak feszültségi állapotának vizsgálatához az ún.  $F = F(r, \varphi)$  feszültségfüggvényt célszerű előállítani. Ez a függvény függélyes megoszló teherrel terhelt forgáshéjak esetében általában a

$$\frac{\partial^2 F}{\partial r^2} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{dz}{dr} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial F}{\partial r} \cdot \frac{d^2 z}{dr^2} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial \varphi^2} \cdot \frac{d^2 z}{dr^2} + g = 0 \quad (13)$$

differenciálegyenletnek tartozik megfelelni, ahol  $g = g(r, \varphi)$  a héjra ható megoszló tehernek az alaprajz területegységére vonatkoztatott fajlagos értékét jelenti. Esetünkben a fajlagos teherérték

$$g = g_0 = \text{konst} \quad (14)$$

és

$$\frac{dz}{dr} = \frac{2h}{R^2} r, \quad \frac{d^2 z}{dr^2} = \frac{2h}{R^2},$$

miért is a (13) differenciálegyenlet ekként egyszerűsül:

$$\frac{\partial^2 F}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial F}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial \varphi^2} + \frac{R^2}{2h} g_0 = 0. \quad (15)$$

Az ismeretlen  $F$  függvénynek a (15) differenciálegyenleten felül ki kell még elégítenie a feladat *kerületi feltételét* is. Ez a feltétel teljes hosszában fallal alátámasztott peremtartóval bíró héj` esetében az

$$F_{\text{kerület}} = \text{konst}, \quad (16a)$$

egyenlettel, sűrű egymás mellett álló függélyes oszlopokkal gyámoltott peremtartóval bíró héj` esetében pedig az

$$F_{\text{kerület}} \cong \text{konst} \quad (16b)$$

képlettel fejezhető ki.

Ha sikerül olyan  $F$  függvényt előállítanunk, mely a (15) és (16) alatti követelményeket egyidejűleg kielégíti, akkor a héj sugar- és ívrányú redukált feszítő erőit a következő ismert képletekkel számíthatjuk:

$$\begin{aligned} n_r &= \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial F}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial \varphi^2}, \\ n_{n\varphi} &= -\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial F}{\partial \varphi} \right), \\ n_\varphi &= \frac{\partial^2 F}{\partial r^2}. \end{aligned} \quad (17)$$

## 5. A héj feszültségi állapota

### 5.1. A feladat feszültségfüggvénye

Az alaprajz területén egyenletesen megoszló  $g_0$  intenzitású függélyes teher esetében a feladat  $F = F(r, \varphi)$  feszültségfüggvényét — egyszerű próbával igazolhatóan — a következőképp szerkeszthetjük meg:

$$F(r, \varphi) = -\frac{R^4 g_0}{8h} f(r, \varphi). \quad (18)$$

E képletben  $f(r, \varphi)$  a csillagsokszög peremvonalának zérusra redukált (1) alatti egyenletét jelenti. Részletesen kiírva, az  $n$ -oldalú csillagsokszög fölé, mint alaprajz fölé szerkesztett forgásparaboloid-héj feszültségfüggvénye:

$$F = -\frac{R^4 g_0}{8h} \left( \frac{r^2}{R^2} + \frac{2}{n} \cdot \frac{r^n}{R^n} \cos n\varphi - \frac{n-2}{n} \right). \quad (19)$$

Ismervén a feszültségfüggvényt, az  $r, \varphi$  irányú redukált feszítőerőket a (17) képletek szerint számíthatjuk:

$$\begin{aligned} n_r &= -\frac{R^2 g_0}{4h} \left[ 1 - (n-1) \frac{r^{n-2}}{R^{n-2}} \cos n\varphi \right], \\ n_{r\varphi} &= -\frac{R^2 g_0}{4h} (n-1) \frac{r^{n-2}}{R^{n-2}} \sin n\varphi, \\ n_\varphi &= -\frac{R^2 g_0}{4h} \left[ \left( 1 + (n-1) \frac{r^{n-2}}{R^{n-2}} \cos n\varphi \right) \right]. \end{aligned} \quad (20)$$

### 5.2. A redukált feszítőerők főértékei

A redukált feszítőerők  $n_1, n_2$  főértékeinek számítására a szilárdságtanból ismert

$$n_{1,2} = \frac{1}{2} (n_r + n_\varphi) \pm \frac{1}{2} \sqrt{(n_r - n_\varphi)^2 + 4n_{r\varphi}^2}$$

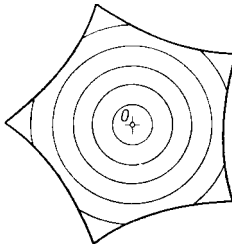
képletet használhatjuk fel. Ha ide a (20) alattiakat behelyettesítjük, azt találjuk, hogy

$$n_{1,2} = -\frac{R^2 g_0}{4h} \left[ 1 \pm (n-1) \frac{r^{n-2}}{R^{n-2}} \right]. \quad (21)$$

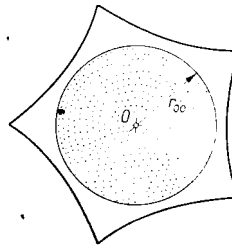
Megfigyelhetjük, hogy a redukált feszítőerők főértékei, nem függenek a  $\varphi$  poláris szögtől, tehát a héjnak a  $z$  tengelytől azonos távolságban levő minden pontja azonos módon van igénybe véve. Más szóval szólva, az azonos módon igénybe vett pontok trajektóriái az  $O$  középpont köré rajzolt körök (10. ábra).

A (21) képletből az is leolvasható, hogy a héjnak csak egy belső kör alakú övezete (11. ábrán) pontozottan feltüntetett héjrész) mentes húzófeszültségektől. E kör alakú övezet  $r_{00}$  sugara az

$$1 - (n-1) \frac{r_{00}^{n-2}}{R^{n-2}} = 0$$



10. ábra. Az azonos módon igénybevett pontok trajektóriái



11. ábra. A húzófeszültségektől mentes övezet

egyenletből határozható meg:

$$r_{00} = \frac{1}{(n-1)^{\frac{1}{n-2}}} R. \quad (22)$$

Értékét különböző oldalszámú csillagsokszög alaprajzú héjak esetében a III. táblázat tartalmazza.

A (21) képletből az a tanulság is leszűrhető, hogy a héj sarokpontjaiban a főnyomófeszültség a héj középpontjában keletkező nyomófeszültség  $n$ -szerese. Ugyanott a főhúzófeszültség  $(n-2)$ -szerre nagyobb, mint a héj középpontjában keletkező nyomófeszültség abszolút értéke.

### III. táblázat

*A húzófeszültségektől mentes övezet sugara*

$n$	$r_{00}$
3	0,5000 $R$
4	0,5774 $R$
5	0,6300 $R$
6	0,6687 $R$
7	0,6988 $R$
8	0,7230 $R$
9	0,7430 $R$
10	0,7598 $R$

#### 5.3. *A redukált feszítőerők főirányai*

A  $P$  pontbeli főirányoknak a  $P$  pontba húzott rádiuszvektor irányától való  $\alpha$  szögeltérése (12. ábra) a szilárdságtan tanítása szerint az alábbi képletből számítható:

$$\tan 2\alpha = \frac{2n_{r\varphi}}{n_r - n_\varphi}.$$

E képletből a (20) alattiak behelyettesítésével a

$$\tan 2\alpha = -\tan n\varphi$$

összefüggés következik. Innen

$$\alpha = \begin{cases} -n\varphi/2 \\ -n\varphi/2 - \pi/2. \end{cases} \quad (29)$$

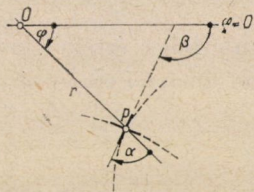
A fenti képletből az tűnik ki, hogy *a redukált feszítőerők főirányai nem függenek a rádiuszvektor  $r$  hosszától, vagyis a főirányok valamennyi trajektó-*

riája ugyanazt a rádiuszvektort azonos  $\alpha$  szögben metszi (13. ábra). Ez a megállapítás más szóval azt jelenti, hogy a különböző trajektóriavonalak mind azonos alakúak, tehát csak léptékben különböznek egymástól.

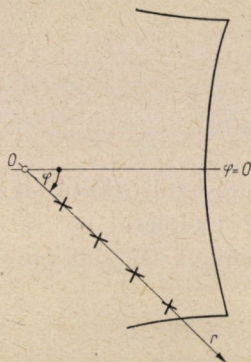
#### 5.4. A trajektóriák egyenlete

A főfeszítőerők trajektóriái az analitikai geometriából ismert

$$\tan \alpha = \frac{r}{dr/d\varphi}$$



12. ábra. A P pontbeli főirányok



13. ábra. A főirányok trajektóriáinak érintői egy sugárirányú egyenes különböző pontjaiban

képlet segítségével határozhatók meg. A fenti képlet szerint

$$\frac{dr}{d\varphi} = \frac{r}{\tan \alpha},$$

illetve a (23) alattiak figyelembevételével

$$\frac{dr}{d\varphi} = \frac{r}{-\tan(n\varphi/2) + \cot(n\varphi/2)}.$$

Innen a változók szétválasztásával az

$$\frac{1}{r} dr = \left[ \frac{+\tan(n\varphi/2)}{-\cot(n\varphi/2)} \right] d\varphi$$

összefüggés következik. Ha most mindkét oldalon integrálunk, azt találjuk, hogy

$$\ln cr = -\frac{2}{n} \ln \frac{\cos(n\varphi/2)}{\sin(n\varphi/2)} = \ln \left[ \frac{\cos(n\varphi/2)}{\sin(n\varphi/2)} \right]^{-2/n},$$

ahol  $c$  integrálási állandót jelent. Innen

$$cr = \left[ \begin{array}{c} \cos \\ \sin \end{array} (n\varphi/2) \right]^{-2/n},$$

illetve

$$r = \frac{1}{c} \left( \frac{1 \pm \cos n\varphi}{2} \right)^{-1/n}. \quad (24)$$

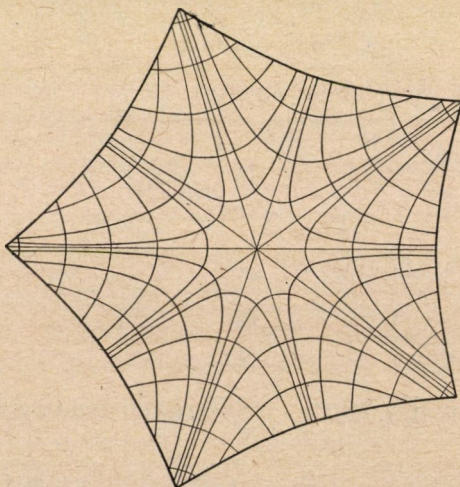
A  $P_1(r_1, \varphi_1)$  ponton átmenő trajektória esetében a  $c$  integrálási állandó értéke az

$$r_1 = \frac{1}{c} \left( \frac{1 \pm \cos n\varphi_1}{2} \right)^{-1/n}$$

egyenletből határozható meg. Ha ebből az egyenletből  $c$  értékét kiszámítjuk, s azt a (24) képletbe betesszük, a  $P_1(r_1, \varphi_1)$  ponton átmenő trajektóriák egyenletét a következő alakban kapjuk meg:

$$r = \left( \frac{1 \pm \cos n\varphi_1}{1 \pm \cos \varphi} \right)^{1/n} \cdot r_1. \quad (25)$$

Egy ötoldalú csillagsokszög fölé, mint alaprajz fölé szerkesztett forgásparaboloid-héj esetében a redukált feszültségi főirányok trajektóriái a 14. ábrán láthatók.



14. ábra. A redukált feszültségi főirányok trajektóriái

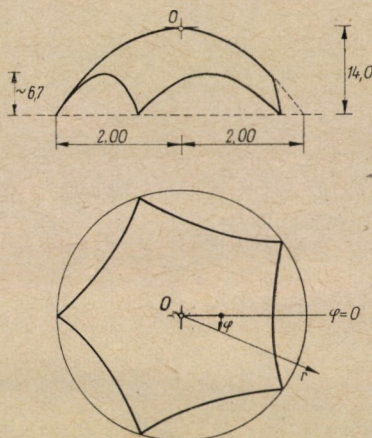
## 6. Számpélda

Alkalmazzuk a fentiekben ismertetett számító eljárást a 15. ábrán feltüntetett  $n = 5$  oldalú csillagsokszög alaprajz fölé szerkesztett forgásparaboloid-héjra. A vizsgálandó héjat az alaprajz területén egyenletesen megoszló

$$g = g_0 = 280 \text{ kp/m}^2$$

intenzitású függélyes erő terheli. Esetünkben

$$R = 20,0 \text{ m}, \quad h = 14,0 \text{ m}, \quad h' \cong 6,7 \text{ m},$$



15. ábra. Ötoldalú csillagsokszög alaprajz fölé szerkesztett forgásparaboloid-héj

s így a héj  $r, \varphi$  irányú redukált feszítőerői a (20) képletek szerint:

$$n_r = -\frac{20,0^2 \cdot 280}{4 \cdot 14,0} \left(1 - 4 \frac{r^3}{20,0^3} \cos 5\varphi\right) = -2000 \left(1 - \frac{r^3 \cos 5\varphi}{2000}\right) \text{ kp/m}$$

$$n_{r\varphi} = -\frac{20,0^2 \cdot 280}{4 \cdot 14,0} 4 \frac{r^3}{20,0^3} \sin 5\varphi = -r^3 \sin 5\varphi \text{ kp/m},$$

$$n_\varphi = -\frac{20,0^2 \cdot 280}{4 \cdot 14,0} \left(1 + 4 \frac{r^3}{R^3} \cos 5\varphi\right) = -2000 \left(1 + \frac{r^3 \cos 5\varphi}{2000}\right) \text{ kp/m}.$$

Mint a fenti képletekből leolvasható, a héj igen kedvező feszültségi állapotban van, a redukált feszítőerők még a héjsarkokban is aránylag kicsinyek: itt a legnagyobb redukált nyomóerő 10 000 kp/m, a legnagyobb redukált húzóerő pedig 6000 kp/m értékű.

A fenti számpélda keretében vizsgált héj axonometrikus képe az 1. ábrán látható.

**Paraboloid Shells of Revolution Star-Polygonal in Plan.** Paper deals with the statical analysis of paraboloid shells of revolution the ground-plan figure of which resembles a regular polygon, but has inward arched sides instead of straight ones. It is presumed that the edge beam of the shell is supported by a wall or by vertical columns standing close to each other. A vertical force system equally distributed over the ground-plan area is assumed as loading. The arching of the shell's edge line is set up in such a way as to enable the calculation of the reduced inner forces to be made by simple closed formulae. Paper also states the principal values of the reduced inner forces, moreover it determines the equation of their trajectories. A numerical example is given to prove the simplicity of the calculation.

**Rotationsparaboloidschalen über Sternpolygon-Grundriss.** Der Aufsatz behandelt die Berechnung von Rotationsparaboloidschalen, deren Grundriß einem regelmässigen Vieleck ähnelt, dessen Seiten jedoch nach innen gebogen sind. Es wird angenommen, daß der Rand-Träger der Schale durch eine Wand, oder dicht aneinandergereihte Säulen unterstützt wird. Als Belastung wird ein auf der Grundrißfläche gleichmässig verteiltes Kraftsystem in Rechnung gestellt und die Achsenlinie der Randbögen wird derart bestimmt, daß die reduzierten Spannkkräfte der Schale durch einfache Formeln berechnet werden können. Der Aufsatz bestimmt auch die Hauptwerte der reduzierten Spannkkräfte und stellt sogar die Gleichung der Trajektorien der Hauptrichtungen auf. Die Einfachheit der Bestimmung der reduzierten Spannkkräfte wird durch ein numerisches Beispiel illustriert.



# FÜGGŐHÍD RENDSZERŰ, ZÁRT SZELVÉNYŰ MEREVÍTŐTARTÓS, ACÉLSZERKEZETŰ CSŐHIDAK AERODINAMIKAI VIZSGÁLATA

DEBRECZENY ELEMÉR\*

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA

[Beérkezett 1968. február 5-én]

A függőhíd rendszerű, merevítőtartós csőhidak várható aerodinamikai viselkedésének megítélésére a csőhidak számítási pontosságának megfelelő módszerekkel rendelkezünk, ha a merevítőtartó cső, H-alakú, vagy zárt szelvényű, belül elhelyezett csövekkel. Ha a csövek a zárt szelvényű merevítőtartón kívül vannak elhelyezve, ma még számítási módszerek nem állnak rendelkezésünkre. Ilyen esetekben az egyetlen járható út a híd kritikus szélsébségének meghatározására a részmodellel vagy a teljes modellel végzett szélcsatorna kísérlet. A hazai szélcsatorna méretének és egyéb lehetőségeinek figyelembevételével a kísérletek elvégzése alakhelyesen és dinamikus leképezett részmodellel ajánlható. Irodalmi adatok szerint a részmodellekkel végzett kísérletek a teljes híd modellekkel végzett kísérletekkel megyugró módon egyező eredményeket adtak.

## 1. Bevezetés

Csőeknek a nyomvonalukat keresztező utak, vízmosások vagy folyók felett való átvezetésére az utóbbi időben gyakran alkalmazzák a merevítőtartós, függesztett csőhidakat függőleges vagy ferde kábelsíkokkal. Ez utóbbi kialakítás a függőleges erőhatásokkal szemben valamivel gyengébb és az aerodinamikai hatásokkal szemben általában kevésbé stabil, mint a függőleges szerkezet. Alkalmazása mégis indokolt, mert ezzel a szerkezeti kialakítással biztosítható legegyszerűbben a rendszerint nagyon könnyű és keskeny merevítőtartó ellenére is a szükséges vízszintes merevség.

Az ilyen rendszerű csőhidakra vonatkozó szakirodalom meglehetősen szegény, de a nagy függőhidakra kiszámított képletek egy része csőhidak tervezésekor is jól hasznosítható. Ipari szerkezetekről lévén szó, ezeknek a képleteknek egyszerűsített formái alkalmazhatók. Ily esetekben ui. a számítások pontossági követelménye kisebb, viszont az egyszerűbb képletek használata a számítási munka meggyorsítását eredményezi.

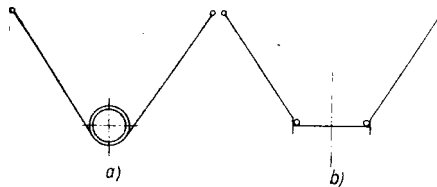
## 2. Cső- és H-alakú merevítőtartó

Ha a függőhíd szerkezet merevítőtartója egyetlen nagy átmérőjű cső (1a ábra), akkor vízszintes szél esetében a cső mögött keletkező Kármán-féle örvények következtében a csőre periodikusan változó, egyenletesen megoszló,

\* Dr. techn. DEBRECZENY ELEMÉR, Hollósy S. u. 13, Budapest XII.

függőleges erők hatnak, melyek azt lengésre kényszerítik. Az erők nagysága és frekvenciája ismert képletekkel meghatározható. A csőben keletkező feszültségek és kábelerők kiszámításához a lengések amplitúdójának ismerete is szükséges. Ezt BUZDUGÁN az energiamérlegből határozta meg [1].

Több kisebb átmérőjű cső vezetésekor a merevítőtartót a nagy függőhidakhoz hasonlóan H alakúra készíthetjük (1b. ábra). A kis átmérőjű csövek a merevítőtartón teherként szerepelnek, annak erőjátékában nem vesznek



1. ábra. Csőhíd keresztmetszetek:  
a) nagy átmérőjű cső merevítőtartóval,  
b) H alakú merevítőtartóval

részt és a merevítőtartó áramlási viszonyait nem zavarják meg. Ebben az esetben a hídszerkezet várható aerodinamikai stabilitásának megítélésére jól alkalmazható STEINMAN könnyen kezelhető két előírása (specification) és három irányelve (criterion) [2, 3]. A végképletek alapjául szolgáló elméletet ugyan többen hevesen támadták [4], azonban azok helyességét — ha csupán közelítő érvénnyel is — ZILLER újabb vizsgálatai is igazolták [5]. Ugyanerre a szerkezetre a kritikus szélsősebesség KLÖPPEL és THIELE később ismertetésre kerülő eljárásával határozható meg [6].

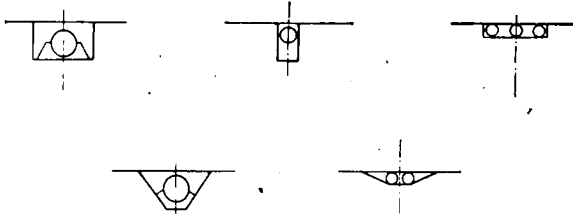
### 3. Zárt szelvényű merevítőtartó, belül elhelyezett csövekkel

Annak ellenére, hogy a zárt szelvényű merevítőtartók a legkorszerűbbek és leggazdaságosabbak (2. ábra), egészen a legutóbbi időkig nem rendelkezünk olyan kísérleti adatokkal, melyekkel az ismert számítási módszerekkel kapott eredményeket ellenőrizni, illetve javítani lehetett volna. Jelen cikkben az ilyen zárt főtartós, függőhíd rendszerű csőhidak aerodinamikai viselkedésével kívánunk foglalkozni.

Elvileg egy függőhíd rendszerű hídszerkezet állékonyságát a következők szél-okozta hatások veszélyeztethetik:

a) A repülőgépszárnyaknál tapasztalt jelenséghez hasonlóan elképzelhető, hogyha a hídszerkezetre ható aerodinamikai nyomatók ugyanakkora, mint a rugalmas visszatérítő nyomaték, akkor a hídszelvény elsavarodik. Repüléselméletben ezt a szárny aperiodikus lecsavarodásakor elért sebességet, divergencia sebességének nevezik [7]. Hidaknál eddig ilyen jelenséget nem tapasztaltak.

b) A széláramlásban elhelyezett hídszelvény szélárnyékos oldalán örvények szakadnak le és leszakadáskor lökést gyakorolnak a szelvényre. Ha a leszakadás periodikus, és ha az örvényleválások frekvenciája megegyezik a híd hajlító vagy csavaró lengési sajátfrekvenciájával, rezonancia lép fel. Ezeknek a gerjesztett, hajlító vagy csavaró lengéseknek az amplitúdója és sebességtartománya a csillapítás növelésével csökken. Eddigi kísérletek és megfigyelések szerint az ilyen jellegű lengések a híd stabilitását alig veszélyeztetik.



2. ábra. Zártszelvényű csőhíd merevítőtartók, belül elhelyezett csövekkel

c) Eddigi tudomásunk szerint függőhidakra az öngerjesztett, kapcsolt hajlító és csavaró lengések a veszélyesek. Ennél a jelenségnél a törést az áramlásból a szerkezetbe került és ott felhalmozódott energia okozza. A következőkben kizárólag ezekkel a lengésekkel kívánunk foglalkozni. A híd széllokozta kapcsolt, függőleges hajlító- és csavarólengései az ún. kritikus szélességnél ( $V_{kr}$ ) (Fluttergeschwindigkeiten) gyorsan, egyre növekvő amplitúdójú lengésekké nőnek. A csillapítás növelésével emelkedik ugyan a kritikus sebesség értéke, de kiküszöbölni ezeket a lengéseket csillapítással nem lehet.

Az eddigi kísérletek szerint merevítőtartós függőhíd aerodinamikai viselkedésére a merevítőtartó kialakítása döntő jelentőségű, a kábelokra és a függesztő kábelokra a szélhatás elhanyagolható. A következők csak a merevítőtartók aerodinamikai viselkedésével foglalkoznak, amely teljesen azonos a függőhíd aerodinamikai viselkedésével, ha a merevítőtartó tehetetlenségi nyomatékai és tömege azonos a hídéval.

### 3.1 A kritikus szélesség meghatározása számítással

Hidak flutter-lengéseinek számítása BLEICH javaslatára, még ma is általánosan a repülőgépszárnyak flutter-rezgéseire kidolgozott módszerekkel történik [6, 8]. Az elméletnek az az alapvető feltevése, hogy a szél által körülölyt szelvény aerodinamikailag ideális alakú vékony repülőgépszárny profil, a szokott hídkeresztmetszetekre csak igen nagy közelítéssel érvényes. Ezért az elmélettel számított kritikus szélességek értékei a kísérleti eredményektől sokszor jelentős mértékben különböznek, a közelítés elhagyása azonban a számítási eljárást nagymértékben bonyolulttá tenné.

Ha a végtelen hosszúnak képzelt híd egységnyi hosszúságú darabjának szél hatására történő mozgását súlytalan csavarrugókra támaszkodó, merev rúd mozgásának fogjuk fel, amely függőleges síkban lengéseket végezhet és a környező levegőből energiát tud felvenni, akkor  $v$  és  $\varphi$  a híd hossz tengelye mentén állandónak vehető és a híd mozgása mint nem konzervatív, két szabadságfokú lengő rendszer mozgása tárgyalható. Mozgását tehát a következő homogén, lineáris, kétismeretlenes, másodrendű differenciálegyenlet-rendszer írja le:

$$2m\ddot{v} + K_h v - F_a = 0, \\ \Theta\ddot{\varphi} + K_{cs\varphi} - M_a = 0.$$

ahol

$2m$	[kp sec <sup>2</sup> /m]	a híd hosszegységre eső tömege,
$v$	[m]	a keresztmetszetet helyettesítő rúd súlypontjának függőleges elmozdulása,
$K_h$	[kp/m]	a hajlító lengések rugóállandója,
$F_b$	[kp/m]	aerodinamikai felhajtóerő a híd hosszegységére,
$\Theta$	[kp sec <sup>2</sup> ]	a híd hosszegységére eső poláris tömeg tehetetlenségi nyomatéka a csavarási tengelyre vonatkozóan,
$\varphi$		a keresztmetszet vízszintes hossz tengelyének szögelfordulása,
$K_{cs}$	[kp]	a csavarólengések rugóállandója,
$M_a$	[kp m/m]	a híd vízszintes hossz tengelye körül forgató megoszló, aerodinamikus csavarónyomaték.

Ha a nem kapcsolt lengések sajátkörfrekvenciáját és a lengések logaritmikus dekrementumait is bevezetjük a számításba [6], akkor

$$K_h = \left(1 + i \frac{\partial_h}{\pi}\right) 2m\omega_h^2$$

és

$$K_{cs} = \left(1 + i \frac{\partial_{cs}}{\pi}\right) \Theta\omega_{cs}^2,$$

ahol

$\partial_h$		a hajlító lengések logaritmikus dekrementuma,
$\partial_{cs}$		a csavarólengések logaritmikus dekrementuma,
$\omega_h$	[sec <sup>-1</sup> ]	a hajlító lengések sajátkörfrekvenciája,
$\omega_{cs}$	[sec <sup>-1</sup> ]	a csavarólengések sajátkörfrekvenciája.

Ezzel a differenciálegyenletrendszer komplex együtthatós lesz és ismertnek tételezzük fel a lengések logaritmikus dekrementumait is.

Továbbá a mozgó modell aerodinamikai felhajtóerejére és csavarónyomatékára a szelvény statikus aerodinamikai tényezői semmi felvilágosítást nem nyújtanak. THEODORSEN szerint például a mozgó szelvény hosszegységére ható aerodinamikus felhajtóerő:

$$F_a = 2\pi\rho bV^2 C(K) \left(\varphi + \frac{\dot{v}}{V} + \frac{b\dot{\varphi}}{2V}\right) + \pi\rho b^2(V\dot{\varphi} + \ddot{v}),$$

ahol

$\rho$	[kp sec <sup>2</sup> /m]	a levegő sűrűsége,
$V$	[m/sec]	a szélsébség,
$b$	[m]	a merevítőtartó szelvény fél szélessége,

$C(k)$  ún. módosított Strouhal számtól  $k = \omega b/V_{kr} R$  függő, másodfajú Hankel-függvényekből összetett, komplex függvény.

$$C(k) = F(k) + iG(k) = \frac{H_1^{(2)}(k)}{H_1^{(2)}(k) + iH_0^{(2)}(k)}$$

$$H_n^{(2)} = I_n - iJ_n.$$

Hasonló felépítésű az aerodinamikai csavarónyomatéokra vonatkozó kifejezés is.

A differenciálegyenlet-rendszerből a kritikus szélesség meghatározásához, vagy a mozgó hídszelvényre ható  $F_a$  és  $M_a$  aerodinamikai felhajtóerő és csavarónyomaték mért értékeinek, vagy a merevítőtartó szelvény körüli nyomás eloszlásának ismerete szükséges. Ipari szerkezeteket tervező mérnöknek ilyen kísérletek elvégzésére nem mindig van lehetősége, így ennek a számítási módnak az alkalmazása a mindennapi tervezés során meglehetősen korlátozott.

Nem sokkal kedvezőbb a helyzet akkor sem, ha közelítéssel a mozgó hídszelvényre ható aerodinamikai erőkre, a nyugalomban levő szelvény aerodinamikai értékeiből következtetünk. Pl. felhajtóerő esetében a nyugalomban levő hídszelvényre ható aerodinamikai felhajtóerő:

$$F_a = C_F \frac{1}{2} \rho V^2 2b,$$

ahol  $C_F$  = a nyugalomban levő hídszelvényen mért felhajtóerő tényező. Ha a hídszelvény függőleges és csavarómozgást végez, akkor az aerodinamikai felhajtóerő tényező az elmozdulások sebességétől is függ [5], tehát:

$$C_F = \psi_{F1} \left( \frac{\partial C_F}{\partial \varphi} \right) \cdot \left( \varphi - \frac{1}{V} \frac{\partial v}{\partial t} + \psi_{F2} \frac{\partial C_F}{\partial \dot{\varphi}} \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right)$$

ahol

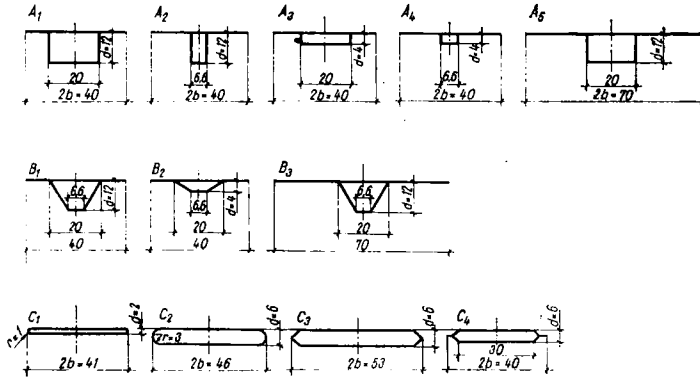
$$\psi_{F1} = \frac{1}{1 + g_1 \frac{2b}{\lambda}}$$

$g_1$  = a merevítőtartó szelvény körüli cirkuláció értékében szereplő állandó,  
 $\lambda$  = egy ideális eredő örvény távolsága a hídszelvényen levő középső vonatkozási ponttól,  
 $\frac{\partial C_F}{\partial \varphi}$  a felhajtóerő tényező görbe érintőjének irántangense.

Mivel a tervezést végző mérnöknek még a tervezendő híd merevítő-tartójára vonatkozó aerodinamikai tényezők görbéi is csak a legkritkább esetben állnak rendelkezésére,  $g_1$  és  $\lambda$  értékeit pedig a valószínűség szerint nem ismeri, gyakorlati alkalmazásra használhatóbb megoldást a bevezetett közelítés megengedésével sem tudunk adni.

## 3.2 Klöppel és Thiele módszere

Ipari szerkezeteket tervező gyakorlati mérnök számára legnagyobb segítséget a megfelelő merevítőtartó kiválasztásakor olyan könnyen kezelhető módszerek jelentenek, amelyek a kiválasztott szelvény geometriai méreteinek ismeretében, rövid számítási eljárással, megfelelő pontossággal szolgáltatnak felvilágosítást a híd várható aerodinamikai viselkedéséről.



3. ábra. KLÖPPEL és THIELE által vizsgált modellkeresztmetszetek

Így zárt szelvényű merevítőtartós csőhidak szempontjából is nagy jelentőségű KLÖPPEL és THIELE módszere [6] a kritikus szélsébség meghatározására. E szerzők hivatkozott dolgozata alapvető jelentőségű, mivel zárt szelvényű merevítőtartók aerodinamikai viselkedésével előttük a szakirodalom alig foglalkozott. Módszerük alapjául egyrészt tizenkét különböző, négyszög és trapéz keresztmetszetű, valamint lapos hídkeresztmetszetekre (3. ábra) THEODORSEN eljárásával számítógépen kiszámított elméleti kritikus szélsébség értékek ( $V_{kr,R}$ ), másrészt a Darmstadt-i Műegyetem Statikai és Acélszerkezeti Intézetében és a Griesheim-i Légtechnikai Intézet szélsébsátrnájában kísérletileg meghatározott, kritikus szélsébség értékek ( $V_{kr,V}$ ) szolgálnak.

A számítás kiindulásához a következő adatok ismerete szükséges:

$$\omega_h, \omega_{cs}, 2m, 2b, \Theta, \vartheta_h, \vartheta_{cs},$$

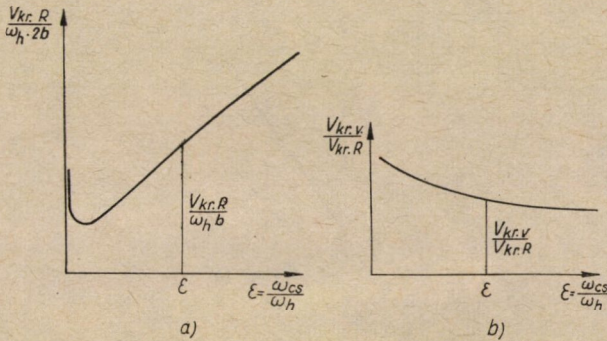
és ezekből az adatokból kiszámítandó:

$$\mu = \frac{2m}{\pi \rho b^2}, \quad r_a = \frac{1}{b} \sqrt{\frac{\Theta}{2m}}, \quad \varepsilon = \frac{\omega_{cs}}{\omega_h}.$$

Nevezett szerzők a tizenkét különböző, zárt keresztmetszetre végzett saját számításaik és kísérleti eredményeik alapján, valamint U-, H- és kalap-

szelvényekre más szerzőktől átvett adatokból  $\mu = 10; 30; 50; 100$ , és  $r_a = 0,5; 0,75; 1,00$  értékekhez a 4a ábrán vázolt görbéhez hasonló két, tizenkét görbéből álló görbesereget adtak meg a  $\vartheta = 0$ , ill. a  $\vartheta = 0,2$  csillapítási tényezőkhöz.

Ha a híd csillapítási tényezője  $\vartheta = 0$ , akkor az egyik, ha  $\vartheta = 0,2$ , akkor a másik görbeseregből a híd  $\omega$  és  $r_a$  értékeihez legközelebb álló görbét kiválasztva,  $\varepsilon$ -hoz tartozó ordinátát lemérjük ( $V_{kr,R}/\omega_h b$ ), ha pedig  $0 < \vartheta < 0,2$ , akkor a két ábrán lemerített két ordinátából interpolálunk.



4. ábra. KLÖPPEL és THIELE módszerénél használt görbék

A 4b. ábrán bemutatunk egy görbét azokból, melyeket az említett szerzők különböző merevítőtartó alakokhoz és  $d/2b = 0,05; 0,1; 0,2$  viszonyokhoz határoztak meg. A megfelelő görbe  $\varepsilon$ -hoz tartozó ordinátáját szintén lemérjük ( $V_{kr,V}/V_{kr,R}$ ). A két ordináta érték  $\omega_h \cdot b$ -vel való szorzata a híd-szerkezet valódi kritikus szélsébségét adja:

$$\omega_h b \frac{V_{kr,R}}{\omega_h b} \frac{V_{kr,V}}{V_{kr,R}} = V_{kr,V}.$$

### 3.3 Egyszerűbb módszer a kritikus szélsébség közelítő meghatározásához

Talán még egyszerűbb módszer szerző képleteivel való számítás. Használhatósága azonban valamivel korlátozottabb. Ehhez a számítási eljáráshoz csupán

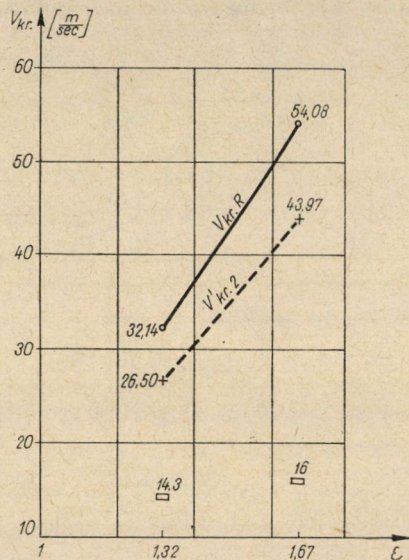
$$\omega_h, \omega_{cs}, \text{ és } 2m$$

értékeit kell ismerni, de nem szükséges a csillapítási tényezők ismerete. Szerző  $\vartheta$  elhanyagolását a következők miatt tartotta megengedhetőnek:

a) Vizsgálatai alapján arra a következtetésre jutott, hogy a kritikus szélsébség értéke, ha a csillapítást nem hanyagoljuk el, csak igen kis mérték-

ben nő, és mivel az eltérés a biztonság javára mutatkozik a csillapítás nyugodtan számításon kívül hagyható.

b) Elméletileg egy tervezett csőhíd logaritmikus dekrementumát meghatározni legfeljebb közelítően lehet. A csillapítás ugyanis, mint ismeretes, a szerkezet anyagának belső csillapításából, a merevítőtartónak a saruknál való feltámaszkodásából, a csöveknek a csőtartó bilincseiben való feltámasz-



5. ábra.  $A_1$  modell számított és mért kritikus szélesség értékei:

- mért értékek
- $V_{kr,R}$  számított értékei
- +  $V_{kr,2}$  " "

kodásából stb. adódó külső csillapításból, valamint a légellenállás okozta atmoszférikus csillapításból tevődik össze. Ezeket a csillapításokat legfeljebb csak mérni lehet és pedig külön-külön laboratóriumban, összességükben pedig a kész hídon.

c) Valamely csőhíd csillapítását kellő pontossággal előre becsülni csak akkor lehet, ha megfelelő számú mérési adat áll rendelkezésre. Szerző tudomása szerint mért csillapítási adatokat egyedül BUZDUGÁN közölt 95–150 m-es, csömerevítőtartós, függesztett csőhidakról. Ezek az adatok azonban eltérő fesztávolságokra és más kialakítású szerkezetekre vonatkozó becslésekre még nem elegendők. Szerinte:

ha a frekvencia  $1 \div 3$  Hz, akkor  $\vartheta = 0,04 \div 0,06$ ,

ha a frekvencia  $4 \div 10$  Hz, akkor  $\vartheta = 0,10 \div 0,20$ .

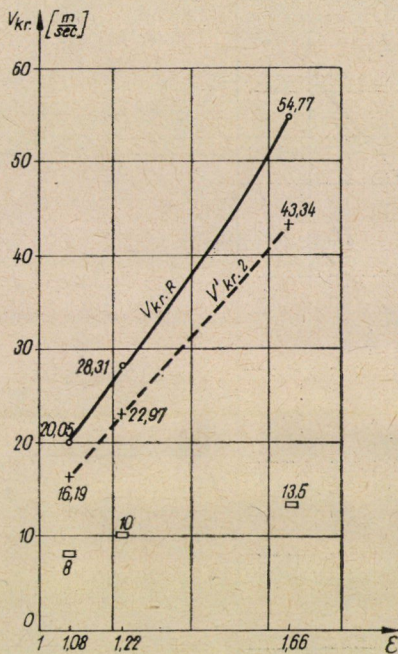


A szerző javaslata szerint a síklaphoz közelálló keresztmetszetű, zárt merevítőtartós hídszerkezet elméleti kritikus szélesebbesége közelítően

$$V'_{kr.2} = \sqrt{(\omega_{cs}^2 - \omega_h^2) 2m \cdot 1}$$

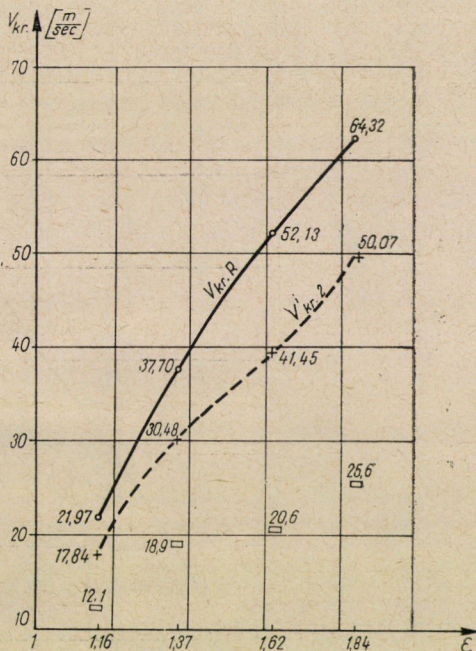
képlettel számítható [9], ahol

$$[1] = m^4/kp \text{ sec}^2,$$



6. ábra.  $A_2$  modell számított és mért kritikus szélesebbesség értékei:

- mért értékek
- $V_{kr,R}$  számított értékei
- +  $V'_{kr,2}$  " " " "



7. ábra.  $A_3$  modell számított és mért kritikus szélesebbesség értékei:

- mért értékek
- $V_{kr,R}$  számított értékei
- +  $V'_{kr,2}$  " " " "

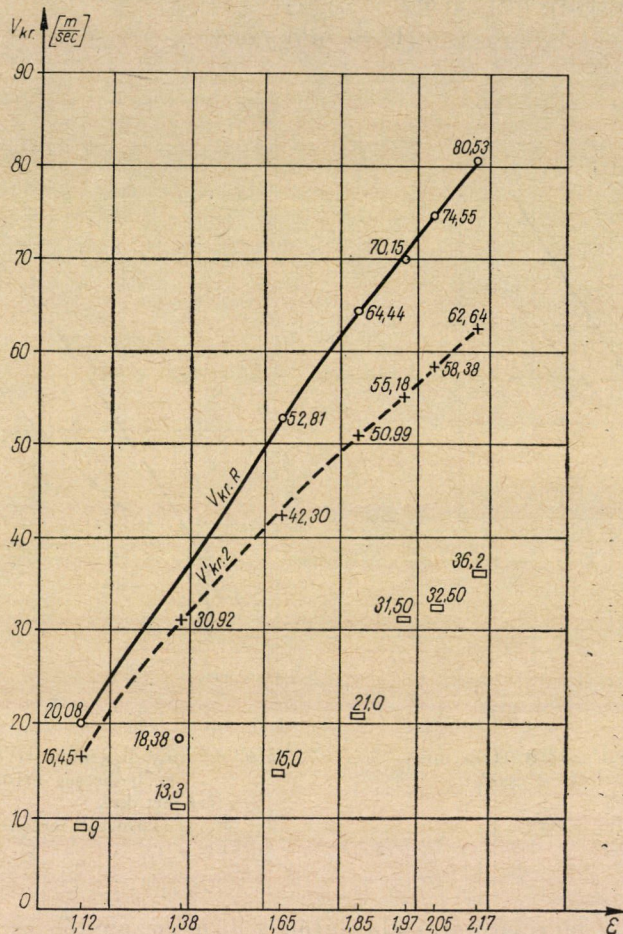
amely értéket a merevítőtartó alakjától, a  $d/2b$  viszonytól, és az  $\epsilon$  értéktől függő  $\xi$  tényezővel kell megszorozni a valódi kritikus szélesebbesség értékének meghatározásához:

$$V_{kr.2} = \xi \sqrt{(\omega_{cs}^2 - \omega_h^2) 2m}.$$

Annak idején szerzőnek képlete ellenőrzéséhez nagyon kevés adat állt rendelkezésére. KÖPPEL és THIELE cikkében [6] közölt nagy mennyiségű számított és mért érték most módot nyújt a képlet pontosságának vizsgálatára.

Csőhidak szempontjából számításba jöhető  $A_1, A_2, A_3, B_1, B_2$  merevítőtartó keresztmetszetekre szerző felrajzolta a THEODORSEN elméletével ki-

számított kritikus szélesség értékekből származó görbét ( $V_{kr,R}$ ), saját képletével számított értékek alapján meghatározott elméleti kritikus szélességek görbéjét ( $V'_{kr,2}$ ), valamint KLÖPPEL és THIELE szélsatorna kísérleteivel kapott eredményeket (5., 6., 7., 8., 9. ábrák).



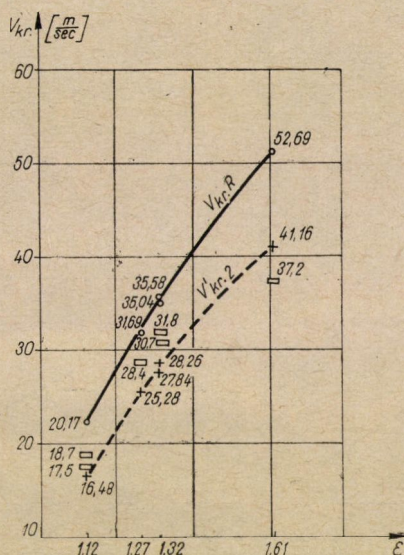
8. ábra.  $B_1$  modell számított és mért kritikus szélesség értékei:

- mért értékek
- $V_{kr,R}$  számított értékei
- +  $V'_{kr,2}$  " "

A görbékéből megállapítható, hogy szerző képletével kapott elméleti szélességek görbéje egyrészt valamivel kisebb értéket ad, mint a szigorú elmélettel kapott görbe értékei, másrészt nagyobb értékeket, mint a modellen szélsatornában mért kritikus szélesség értékek. Megfelelő  $\xi$  értékekkel a szerző képletével kapott görbék és a kísérleti eredményekből meghatározható görbék közel azonossá tehetőek.

$V'_{kr.2}$  értékeihez KLÖPPEL és THIELE tanulmányában közölt kísérleti eredmények adatainak alapján meghatároztuk az egyes szelvényalakokhoz tartozó  $\xi_A$ ,  $\xi_B$ ,  $\xi_C$  görbékét (10., 11., 12. ábrák). Ezeknek a szelvényeknek a kritikus szélsébségeit, nagyon jó közelítéssel  $V'_{kr.2}$  értékének és a szelvény  $\xi$  görbájének  $\varepsilon = \omega_{cs}/\omega_h$  helyen mért ordinátájának szorzata adja:

$$V_{kr.2} = \xi V'_{kr.2}$$



9. ábra.  $B_2$  modell számított és mért kritikus szélsébség értékei:

- mért értékek
- $V_{kr.2}$  számított értékei
- +  $V'_{kr.2}$  " " "

Az eljárást természetesen lehetne még további kutatásokkal finomítani, hiszen a képlet a kritikus szélsébségre csak az

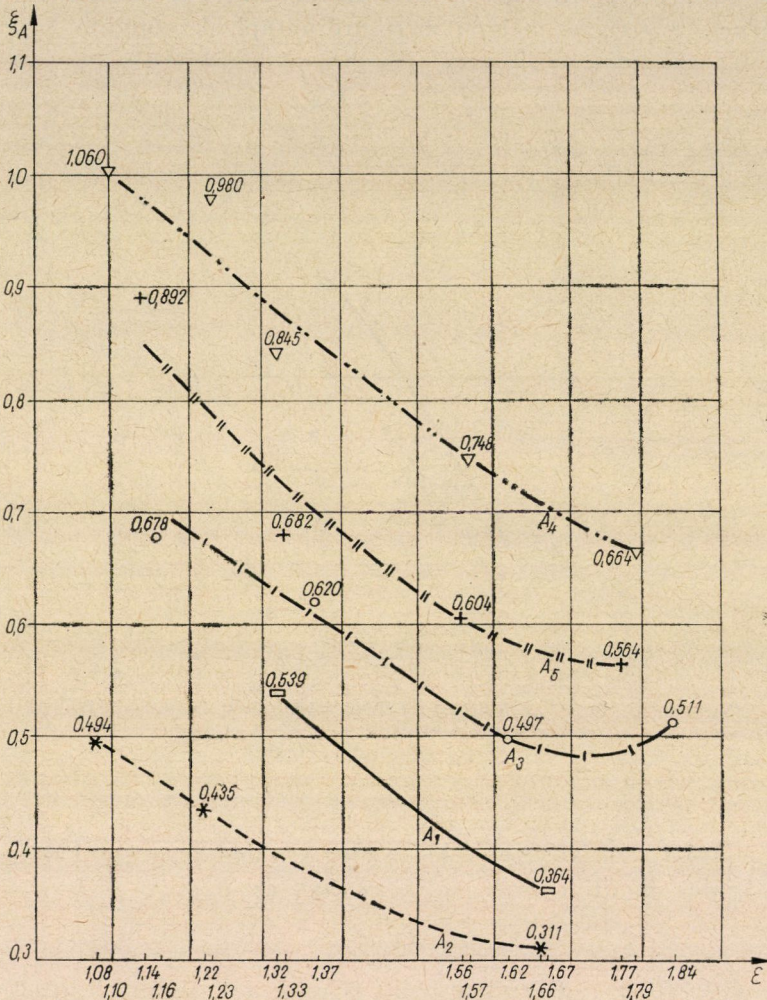
$$1 < \varepsilon < 2$$

tartományban ad pontos értéket és ott is csak a 3. ábrán felrajzolt keresztmetszetre.

Ha a keresztmetszetek alakja hasonló, de a  $d/2b$  viszony más, akkor az eredmény csak közelítő. Ha  $d/2b$  viszony kisebb, a valóságos kritikus szélsébségnél kisebb, ha  $d/2b$  nagyobb, akkor nagyobb értéket kapunk. Ezért  $\xi$  értékét első esetben nagyobboknak, második esetben kisebbnek kell venni, hogy a számított értékek a valóságnak megfelelőek legyenek.

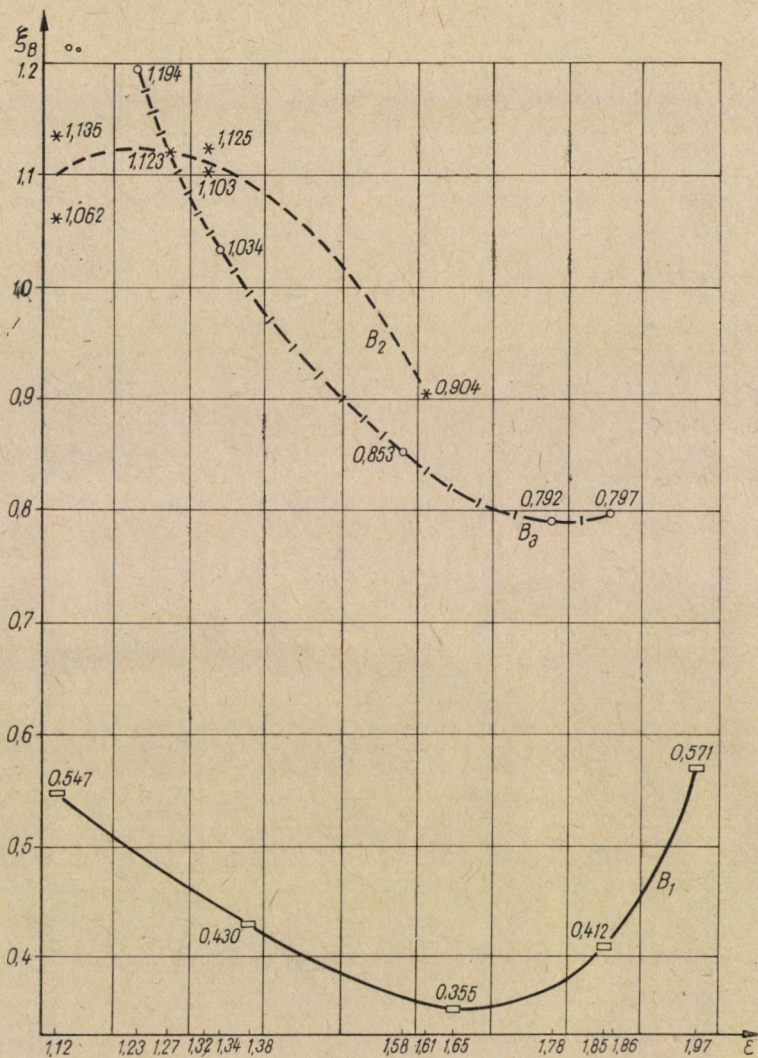
Más, a fentiekől eltérő szelvényalakoknál az eljárás csak akkor alkalmazható, ha előzetes kísérletek alapján a megfelelő  $\xi$  görbék már rendelkezésre állnak.

Az ismertetett két eljárással könnyen és a megkívánt pontossággal előre megbecsülhető a csőhidaknál felhasználni kívánt merevítőtartó kritikus szélessége, ha a csövek a zárt merevítőtartó belsejében elhelyezhetők,



10. ábra.  $A_1 \div A_5$  merevítőtartó keresztmetszetek  $\xi_A$  görbái:  
 □  $A_1$  keresztmetszetek számított értékei  
 \*  $A_2$  " " "  
 ○  $A_3$  " " "  
 ▽  $A_4$  " " "  
 +  $A_5$  " " "

mert elég, ha időszakos vizsgálatukat és esetleges kezelésüket helyenként, a merevítőtartó felső lapjának eltávolításával biztosítják. Azt azonban figyelembe kell venni, hogy a nagy átmérőjű csövek kapcsolata a merevítő-



11. ábra. B<sub>1</sub> ÷ B<sub>3</sub> merevítőtartó keresztmetszetek ξ<sub>B</sub> görbéi:

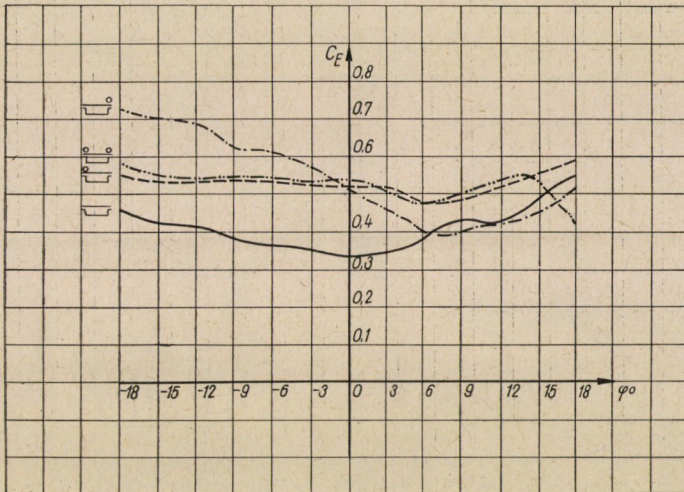
- B<sub>1</sub> keresztmetszetek számított értékei
- × B<sub>2</sub> " " " "
- + B<sub>3</sub> " " " "

tartóval a szerkezeti kialakítástól függően nyírásmentes, vagy nyíróerőket átadó lehet, ennek megfelelően vesznek részt a szerkezet erőjátékában és tömegük miatt nem hanyagolhatók el a tartó merevségi és tömegadatainak kiszámításakor.



Annak megállapítására, hogy ilyen elrendezésű merevítőtartók dinamikai viselkedésére, a megfelelő merevítőtartó szelvény dinamikai viselkedéséből lehet-e következtetni, szerző tervei szerint néhány vizsgálatot végeztek a Budapesti Műszaki Egyetem Áramlástan Tanszékének vízszintes szélcsatornájában.

A 13. ábrán látható „a” jelű, nyitott szelvény dinamikai viselkedése már az előzetes szélcsatorna kísérletekben olyan kedvezőtlen volt, hogy a további vizsgálatokat csupán „b” és „c” modelleken végezték el.



14. ábra. Négyzet keresztmetszetű, zárt szelvény aerodinamikusan ellenállás tényező görbéje különféle csőelrendezés esetében:

- cső nélkül
- - - cső a belépőél közelében
- · - · cső a kilépőél közelében
- · · két csővel

Mivel a szakirodalom ilyen keresztmetszetekre ezideig semmi adatot nem közölt, ezért szerző meghatározta az ellenállástényező ( $C_E$ ), a felhajtóerő tényező ( $C_F$ ) és a nyomaték tényező ( $C_M$ ) görbéit a következő szelvényekre:

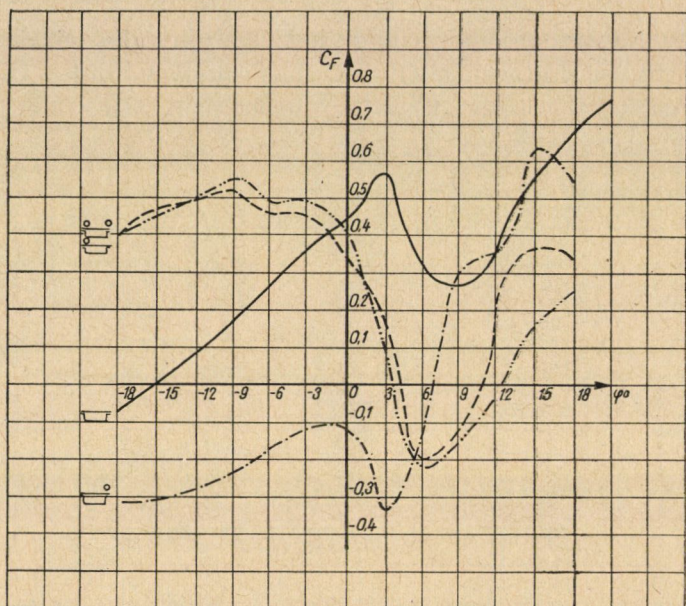
1. négyzet keresztmetszetű tartó:

- a) cső nélkül,
- b) cső a belépőél közelében,
- c) cső a kilépőél közelében,
- d) két csővel;

2. háromszög keresztmetszetű tartó:

- a) cső nélkül,
- b) cső a belépőél közelében,
- c) cső a kilépőél közelében,
- d) két csővel.

A kapott eredményeket a 14–19. ábrák mutatják abban az értelmében, hogy a balról jobbra irányuló ellenállást, a felfelé irányuló felhajtóerőt és az elmozdulást, valamint az óramutató járásával egyező forgatónyomatékat vesszük pozitívnak.



15. ábra. Négyzög keresztmetszetű, zárt szelvény aerodinamikus felhajtóerő tényező görbéje különféle csőrendezés esetében:

- cső nélkül
- - - cső a belépőél közelében
- · - cső a kilépőél közelében
- · · két csővel

Az ábrákból három alapvető tény állapítható meg:

A vizsgált szelvények felhajtóerő és forgatónyomaték tényezőinek görbéi lényegesen eltérnek a H-alakú szelvényekre vonatkozó görbétől.

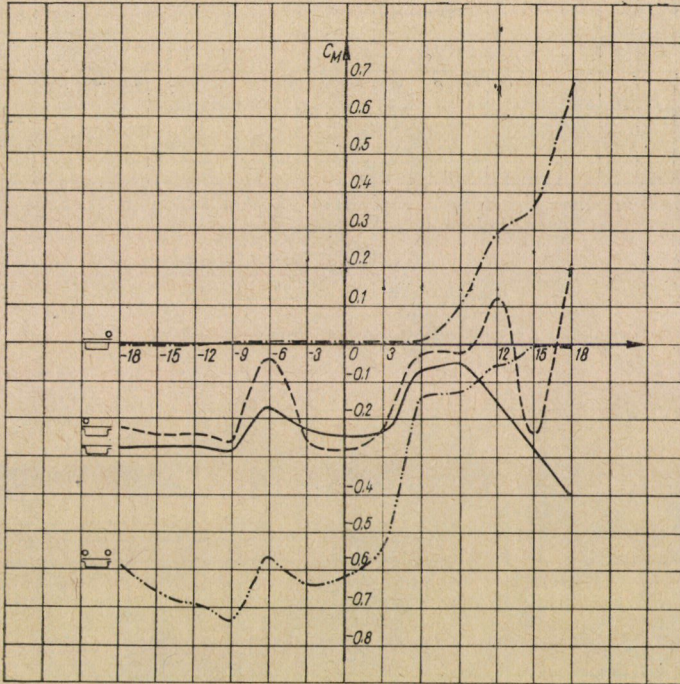
Sem a felhajtóerő, sem a forgatónyomaték tényező görbéi nem mennek át a 0 ponton.

A vizsgált geometriai méretek esetében a zárt merevítőtartón elhelyezett csövek nemcsak a lengéseket végző tömeget és a tartó merevségét növelik, hanem nagymértékben megváltoztatják annak aerodinamikai értékeit is. A cső nélküli szelvényekre vonatkozó görbékől, a csövekkel ellátott szelvények görbéi elméleti úton nem állíthatók elő olyan kis számú kísérlet alapján, amennyit szerzőnek módjában állt végezni. Így a cső nélküli, zárt merevítőtartó szelvény aerodinamikai viselkedéséből, a csövekkel ellátott szelvény aerodinamikai viselkedésére következtetni nem lehet. Hasonlóképpen nem adnak elég támpontot az egyik merevítőtartó cső nélküli és különféle



csőelrendezésű keresztmetszeteire meghatározott aerodinamikai tényező görbéi ahhoz, hogy egy másik cső nélküli szelvény görbéi alapján azon a szelvényen is figyelembe tudjuk venni a csövek aerodinamikai hatását.

Megvizsgálva a felhajtóerő és a forgatónyomaték tényezők görbéinek emelkedését a 0 pont környezetében, előreláthatóan mindkét tartó akkor



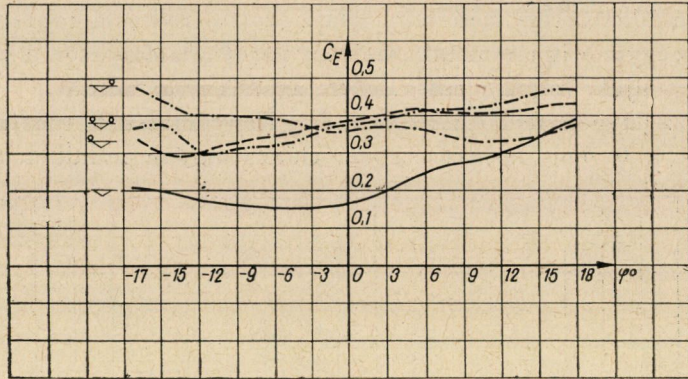
16. ábra. Négyzet keresztmetszetű, zárt szelvény aerodinamikai forgatónyomaték tényező görbéje különféle csőelrendezés esetében

- cső nélkül
- - - cső a belépőél közelében
- · - cső a kilépőél közelében
- · · két csővel

lesz aerodinamikailag a legstabilabb, ha cső nincs rajta, vagy ha a cső a kilépőél közelében van elhelyezve.

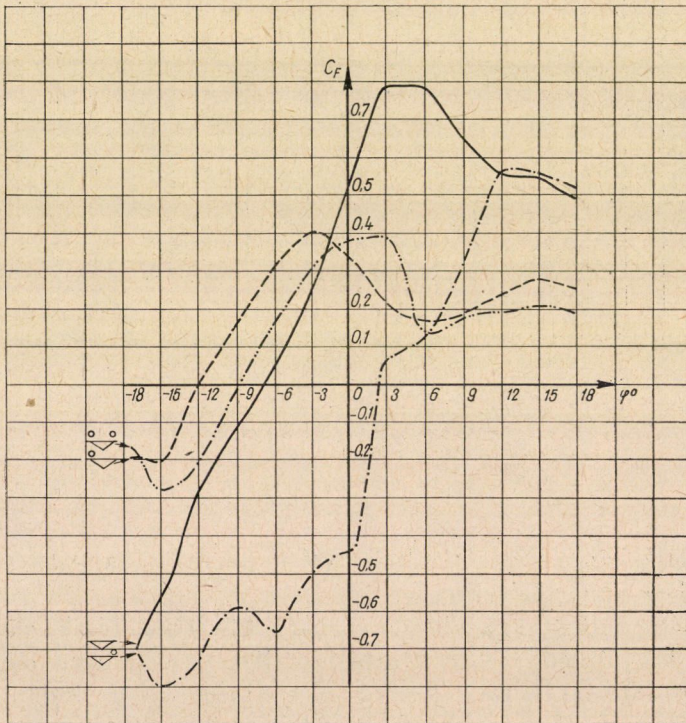
Az aerodinamikai görbékből levonható következtetések ellenőrzésére az 1582 mm hosszúságú, merevítőtartó modelleket szélirányra merőlegesen, kéttámaszú tartókként helyezték el a szélcsatornában és különböző szélességeknél vizsgálták a keletkezett lengéseket. A modelleket dinamikusan nem képezték le, súlyuk a szükségesnél jóval kisebb volt, így a keletkező amplitúdók nagysága és a kritikus szélesség értéke csak a tartók aerodinamikai viselkedéseinek összehasonlítását szolgálta.

A kísérletekről felvett jegyzőkönyvek szerint, az egyre növekvő szél-



17. ábra. Háromszög keresztmetszetű, zárt szelvény aerodinamikusan ellenállás tényező görbéi különféle csőelrendezés esetében:

- cső nélkül
- - - cső a belépőél közelében
- · - cső a kilépőél közelében
- · · · két csővel



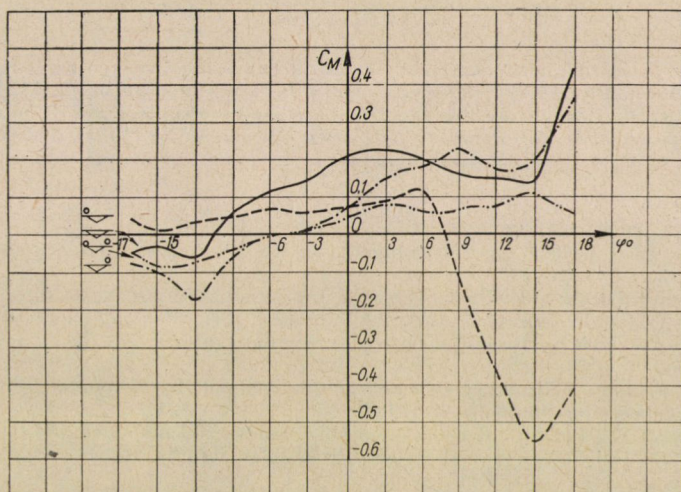
18. ábra. Háromszög keresztmetszetű, zárt szelvény aerodinamikusan felhajtóerő tényező görbéi különféle csőelrendezés esetében:

- cső nélkül
- - - cső a belépőél közelében
- · - cső a kilépőél közelében
- · · · két csővel

sebesség hatására a különböző csőelrendezésű tartók viselkedését a következőkben lehet röviden összefoglalni.

1. *Négyszög keresztmetszetű tartó:*

- cső nélkül,  $V = 28$  m/sec szélsősebességig nem rezgett be,
- csővel a kilépőél közelében,  $V = 28,3$  m/sec szélsősebességig hasonlóan stabil volt,
- csővel a belépőél közelében,  $V = 14,5$  m/sec szélsősebességnél kezdett berezegni,
- két csővel,  $V = 16,5$  m/sec szélsősebességnél határozottan, egyre növekvő amplitúdókkal rezgett. A kísérletet tovább folytatni nem lehetett.



19. ábra. Háromszög keresztmetszetű, zárt szelvény aerodinamikus forgatónyomaték tényező görbéi különféle csőelrendezés esetében:

- cső nélkül
- cső a belépőél közelében
- · - · - cső a kilépőél közelében
- két csővel

2. *Háromszög keresztmetszetű tartó:*

- cső nélkül, felfelé, ívesen megfeszült állapotban végzett kis amplitúdójú rezgéseket. A kritikus szélsősebességet nem lehetett elérni,
- csővel a kilépőél közelében, a tartó állandó lehajlás mellett rezgett, nagyobb amplitúdókkal ugyan, de a kritikus szélsősebességet ennél az elrendezésénél sem érte el,
- csővel a belépőél közelében,  $V = 20$  m/sec nagyságú szélsősebesség már igen közel jár a kritikus szélsősebességhez.
- két csővel,  $V = 23$  m/sec szélsősebességnél közelítette meg a kritikus szélsősebességet, ennél az értéknél ütással gerjesztve már berezgett.

Fentiek alapján megállapítható, hogy a zárt merevítőtartón kívül elhelyezett, nagy átmérőjű csövek esetében a szelvény aerodinamikai viselkedését a zárt merevítőtartóból és a felszerelt csőből, vagy csövekből álló összetett szelvény aerodinamikai tulajdonságai határozzák meg.

Ilyen szelvények kritikus szélsébségét meghatározni ma még csak szélcsatorna kísérletekkel lehet. A Budapesti Műszaki Egyetem szélcsatornájának méretei az alakhelyesen és dinamikusan leképzett [10] részmodell kísérleteket teszik lehetővé, mely kísérletek eredményei a közölt adatok szerint, közel azonosak a teljes hídmodellekkel végzett kísérletek eredményeivel.

#### IRODALOM

1. BUZDUGÁN, G. és társai: Dynamische Stabilität der Hängebrücken zur Überführung von Gasleitungen über Flüsse. *Buletinul Institutului Politehnic București*, 23 (1961), Fasc. 1.
2. STEINMAN, D. B.: Suspension Bridges. The Aerodynamic Problem and its Solution. *Assotiation Internationale des Ponts et Charpentes. Memoires*, 14 (1954), 209—251.
3. STEINMAN, D. B.: Le problème aerodynamique des ponts suspendus et sa solution. *L'Ossature Metallique*, (1954), 491—503, 542—550.
4. WALKING, W.: Steinman's aerodynamische Theorie in der Fachdiscussion. *Der Bauingenieur*, 26 (1951), 364—365.
5. ZILLER, F.: Über die Flatterschwingungen von Hängebrücken. *VDI Zeitschrift*, 99 (1957), 405—415.
6. KLÖPPEL, K.—THIELE, F.: Modellversuche im Windkanal zur Bemessung von Brücken gegen die Gefahr winderregter Schwingungen. *Der Stahlbau*, 36 (1967), 353—365.
7. RÁCZ—VARGA—VARGA: Repülőgépek szerkezete és rugalmassága. Tankönyvkiadó, Budapest 1962.
8. KLÖPPEL—WEBER: Teilmodellversuche zur Beurteilung des aerodynamischen Verhaltens von Brücken. *Der Stahlbau*, 32 (1963), 65—79, 113—121.
9. DEBRECZENY, E.: Ferde kábelsíkú, függőhíd rendszerű, merevítőtartós, acélszerkezetű csőhidak sajátlengésszámának meghatározása és aerodinamikai vizsgálata. Kandidátusi értekezés. Kézirat, Budapest 1965.
10. HAWRANEK—STEINHARDT: Theorie und Berechnung der Stahlbrücken. Springer Verlag. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1958.

**Aerodynamische Untersuchung von stählernen Hängebrücken mit Versteifungsträgern von abgeschlossenem Querschnitt zur Überführung von Rohrleitungen.** Zur Beurteilung des zu erwartenden aerodynamischen Verhaltens der mit Versteifungsträgern versehenen Rohrhängebrücken besitzen wir Berechnungsverfahren, die den Erfordernissen der Berechnungsgenauigkeit der Rohrbrücken entsprechen, vorausgesetzt, daß der Versteifungsträger einen Rohr-, H- oder abgeschlossenen Querschnitt mit innerer Rohranordnung hat. Für den Fall, wo die Rohre außerhalb des abgeschlossenen Versteifungsträgers angeordnet sind, besitzen wir heute noch keine Berechnungsmethoden. In solche Fällen steht uns nur die einzige Möglichkeit zur Verfügung, die für die Brücke kritische Windgeschwindigkeit durch mit einem Teil- oder Kompletmodell im Windtunnel durchgeführten Versuch zu ermitteln. Mit Rücksicht auf die Dimensionen und anderen Möglichkeiten unseres Windtunnels, ist es empfehlenswert, zur Durchführung des Versuches ein formgetreues, dynamisch entsprechend ausgeführtes Teilmodell zu verwenden. Nach den Angaben der einschlägigen Literatur sind die Versuchsergebnisse der Teilmodelle in guter Übereinstimmung mit denen, die in mit kompletten Brückenmodellen durchgeführten Versuchen erhalten worden sind.

**Aerodynamic Investigation of Steel Suspension Pipe Bridges with Stiffening Girders of Closed Cross Section.** For the prediction of the aerodynamic behaviour of braced suspension pipe bridges there are methods which satisfy the requirements on calculation accuracy in

connection with pipe bridges, provided the brace beam is of pipe, H or of closed cross section, with the pipes arranged inside the stiffening girder. For the arrangement of the pipes outside the stiffening girder of closed cross section we do not possess any calculation methods as yet. In such cases the one and only way is to determine the velocity of wind critical to the bridge, on a part model or on a complete model of the bridge, put in a wind tunnel. Taking into account the dimensions and other conditions of the wind tunnel that we have at our disposal, it is advisable to carry out the tests on geometrically and dynamically true part models. According to the relevant literature, the tests carried out on part models, gave results which are in reasonable agreement with those obtained from tests on full bridge models.



# SÍKBELI MECHANIZMUSOKRA VONATKOZÓ NÉHÁNY TÉTEL BIZONYÍTÁSA A KOMPLEX SZÁMSÍKON

HUSZTHY LÁSZLÓ

[Beérkezett 1968. május 17-én]

A cikk a síkbeli mechanizmusok kinematikájának néhány ismert tételét foglalja össze (Burmeister-tételek, Euler—Savary-egyenlet, Menelaos tétele, Bobillier tétele), a tételek bizonyítására a komplex számok algebrájának műveleti szabályait, ill. a valós változós komplex függvényekre vonatkozó egyszerű összefüggéseket használva fel. A mechanizmus pontjait a komplex számsíkon komplex mennyiségekkel (helyvektorokkal) lehet leírni, amelyekből a differenciálszámítás segítségével a sebességekre, gyorsulásokra, pályagörbületi sugarakra vonatkozó összefüggések is levezethetők.

## I. Bevezetés

A komplex számokat, ill. a komplex függvényeket igen gyümölcsözően alkalmazzák már hosszú ideje a villamosságtanban és a folyadékok, valamint a gázok áramlásában. A mechanikában, a mechanizmusok elméletében, a síkbeli feladatok megoldásánál sok esetben kényelmesebb a komplex számok, ill. függvények alkalmazása a háromdimenziós térvektorok használatánál.

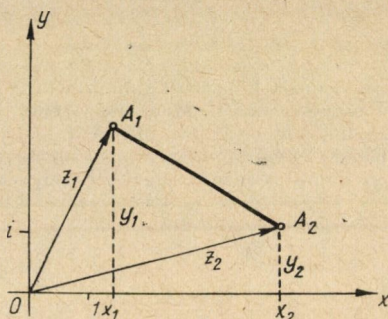
A magyar nyelvű irodalomban a síkbeli mechanizmusok elmélete területén következetesen végigvitt komplex módszer nem található, bár előnyeit több szerző kidomborítja. Így SÁLYI ISTVÁN könyvében [1; 8. §, 38] a következőket jegyzi meg: „Ha a mozgás síkban, pl. az  $xy$ -koordinátasíkban folyik le, akkor  $\vec{r}$ ,  $\vec{v}$ ,  $\vec{a}$  (a pályagörbét leíró vektor; a sebességvektor; a gyorsulásvektor) síkbeli vektorok. Egyes esetekben előnyös lehet, ha helyettük komplex számokat használunk. . . . A komplex számok nemcsak derékszögű koordinátákkal, hanem trigonometrikus, vagy exponenciális alakban is előállíthatók. . . . A komplex számok használatának előnye többnyire éppen ebben a körülményben rejlik.” Az említett szerző ezt az előnyt a könyv számos fejezetében bemutatja a síkbeli pontmozgás kinematikájában a pályagörbék, sebességek és gyorsulások kiszámítására, valamint a merev test mozgásainak egyes eseteiben.

TERPLÁN ZÉNÓ könyve [2] néhány különleges esetben, így pl. a síkbeli négytagú csuklós mechanizmus mozgásának vizsgálatánál bemutatja a komplex módszert.

Az elsősorban matematikai jellegű, magyar nyelvű könyvek közül megemlíthető FAZEKAS FERENC munkája [3], valamint B. A. FUKSZ és B. V. SABAT könyve [4], amelyek igen sok műszaki alkalmazást mutatnak be, de

főleg a villamosságtan, illetve az áramlástan területéről, és csak elvétve található egy-két mechanikai jellegű feladat komplex tárgyalása (pont kinematikája a síkban; a sebesség és a gyorsulás kiszámítása; a harmonikus rezgőmozgás tárgyalása stb.).

E dolgozat kezdő lépést kíván tenni a komplex számsík előnyeinek kihasználásában a síkbeli mechanizmusok néhány egyszerű, de nagyon alapvető tételének rendszeres, komplex tárgyalása útján. A síkbeli mechanizmusok mozgását komplex számsíkon vizsgáljuk (1. ábra). A mechanizmus egy ki-



1. ábra

választott,  $A_1A_2$  végpontú merev tagjának helyzetét a végpontokhoz rendelt

$$z_1 = x_1 + iy_1$$

és

$$z_2 = x_2 + iy_2$$

komplex számokkal (origó-kezdőpontú helyvektorokkal) jellemezhetjük, ahol  $i$  a képzetes egység ( $i^2 = -1$ ). Komplex számokkal adjuk meg a szerkezet egyes pontjaiban a sebesség és gyorsulásvektorokat is.

## II. A sebességekre vonatkozó egyszerű összefüggések

Forogjon az  $A_1OA_2$  merev test az  $O$  pont körül (2. ábra)  $\omega$  abszolút értékű szögsebességgel. Célszerű az  $O$  pontot a koordináta-rendszer kezdőpontjában felvenni, ami nem változtat a tételek általánosságán.

A  $z_1$  helyvektorral jellemzett  $A_1$  pont pályagörbéjét a

$$z_1 = |z_1| [\cos(\omega t + \varphi_1) + i \sin(\omega t + \varphi_1)] = |z_1| e^{i(\omega t + \varphi_1)}$$

valós változós komplex függvény írja le; itt  $t$  időt jelent,  $\varphi_1$  pedig az  $\overline{OA_1}$  szakasz valamely önkényesen választott kezdőhelyzetében az  $\overline{OA_1}$  és az  $x$  tengely által bezárt szög. Ennek alapján az  $A_1$  pont sebessége, ha az idő



szerinti deriválást „felül pont”-tal jelöljük, a következő:

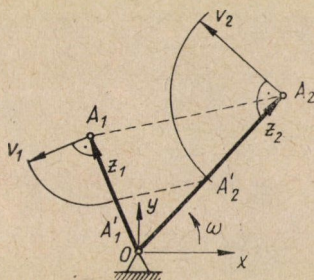
$$v_1 = \dot{z}_1 = |z_1| \cdot i\omega e^{i(\omega t + \varphi_1)},$$

azaz

$$v_1 = \dot{z}_1 = i\omega z_1 \quad (1a)$$

és hasonlóképpen az  $A_2$  pont sebessége

$$v_2 = \dot{z}_2 = i\omega z_2. \quad (1b)$$



2. ábra

Forgassuk el ezeket a sebességvektorokat  $+90^\circ$ -kal oly módon, hogy megszorozzuk azokat az  $i$  vektorral; az elforgatott sebességvektorok:

$$\left. \begin{aligned} v_{1F} &= (i\omega z_1) \cdot i = -\omega z_1 \\ v_{2F} &= (i\omega z_2) i = -\omega z_2 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

A

$$\left. \begin{aligned} z_1 + v_{1F} &= z_1 - \omega z_1 = (1 - \omega)z_1 \\ z_2 + v_{2F} &= z_2 - \omega z_2 = (1 - \omega)z_2 \end{aligned} \right\}$$

különbségvektorok a 2. ábrán az  $A'_1$ ,  $A'_2$ -vel jelölt pontok helyvektorai. Képezzük az  $\overline{A'_1 A'_2}$  szakasszal párhuzamos és vele egyenlő hosszúságú  $\overline{A'_1 A'_2}$  vektort:

$$\overline{A'_1 A'_2} = (1 - \omega)z_2 - (1 - \omega)z_1 = (1 - \omega)(z_2 - z_1).$$

Mínthogy

$$\overline{A_1 A_2} = z_2 - z_1,$$

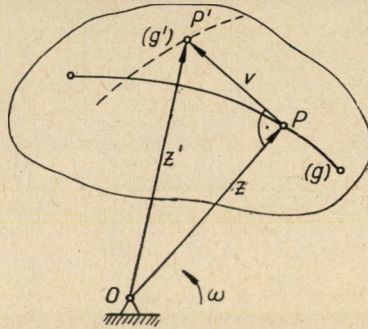
tehát

$$\overline{A_1 A_2} \parallel \overline{A'_1 A'_2}. \quad (3)$$

A (3) alapján lehet megszerkeszteni a momentán pólus körül forgó merev test egyik pontjához tartozó sebesség ismeretében egy másik pontjának sebességvektorát a „visszaforgatott sebességek” módszerével. Könnyen bizo-

nyítható az a tétel, amely szerint egy síkbeli merev rendszer sebességvektorainak végpontjai által meghatározott síkidom hasonló az eredeti rendszer megfelelő pontjai által meghatározott síkidomhoz.

A merev test mozgását ismét az origó, mint momentán centrum körüli,  $\omega$  szögsebességű forgással adjuk meg (3. ábra). Vegyünk fel a merev testen egy vele összekötött  $(g)$  görbedarabot. A görbét egy  $O$  kezdőpontú és a görbén végigfutó  $z$  helyvektor jellemezze (ez a vektor természetesen a merev test pillanatnyi helyzetében is függvénye egy valós paraméternek).



3. ábra

A görbe tetszőleges  $P$  pontjában a pillanatnyi sebesség (1a) alapján:

$$v = i\omega z.$$

A görbe összes pontjaihoz tartozó sebességvektorok végpontjai által leírt  $(g')$  görbe a

$$z' = z + v = z + i\omega z = (1 + i\omega)z \quad (4)$$

vektorral jellemezhető (amelynek a 3. ábrán egy pontja  $P'$ ).

Nyilvánvaló, hogy a  $z$  vektorral leírt  $g$  görbe és a  $z'$  vektorral leírt  $(g')$  görbe hasonló, mert a  $z'$  vektor a  $z$  vektorból az  $1 + i\omega =$  állandó vektorral való szorzással keletkezik, vagyis egy tetszőleges  $P$  pont helyvektorából a megfelelő  $P'$  pont helyvektora az

$$|1 + i\omega| = \sqrt{1 + \omega^2}$$

arányú nyújtással és a

$$\delta = \arctan \omega$$

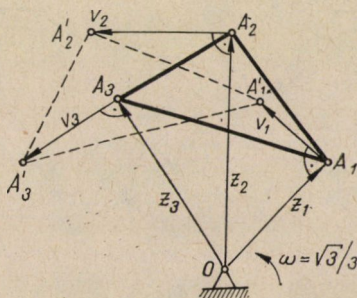
szögű elforgatással jön létre.

Ha pl. rögzítjük a  $(g)$  görbe három  $(A_1, A_2, A_3)$  pontját, úgy az ezekhez rendelt helyvektorok rendre  $z_1, z_2, z_3$  és  $\omega = \sqrt{3}/3$  [1/sec] (4. ábra). Ez esetben

a megfelelő  $v_1, v_2, v_3$  sebességvektorok  $A'_1, A'_2, A'_3$  végpontjai az  $A_1, A_2, A_3$  háromszöghöz hasonló háromszöget alkotnak, de a  $\delta = \arctan \sqrt{3/3} = 30^\circ$ -kal elforgatott helyzetben, oldalai pedig az eredeti háromszög oldalaihoz képest

$$\sqrt{1 + \frac{1}{3}} = \sqrt{\frac{4}{3}} = \frac{2}{\sqrt{3}}$$

arányban nyújtottak.

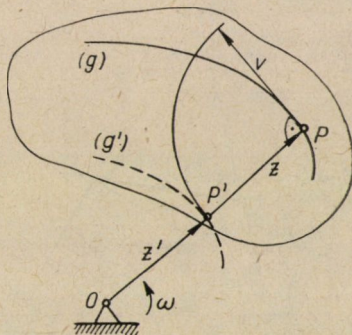


4. ábra

Ha a síkbeli merev rendszer sebességvektorait  $90^\circ$ -kal elforgatjuk, akkor az elforgatott sebességvektorok végpontjai által meghatározott síkidom hasonló a rendszer megfelelő pontjai által meghatározott síkidomhoz és azzal egyállású, ha  $\omega < 1$ ; ill. ellentétes állású, ha  $\omega > 1$ .

E tétel bizonyítása az előbbihez hasonló. A merev testhez rögzített  $(g)$  görbe (5. ábra) tetszőleges  $P$  pontjabeli sebességvektort  $90^\circ$ -kal elforgatva a (2) alapján az adódik, hogy

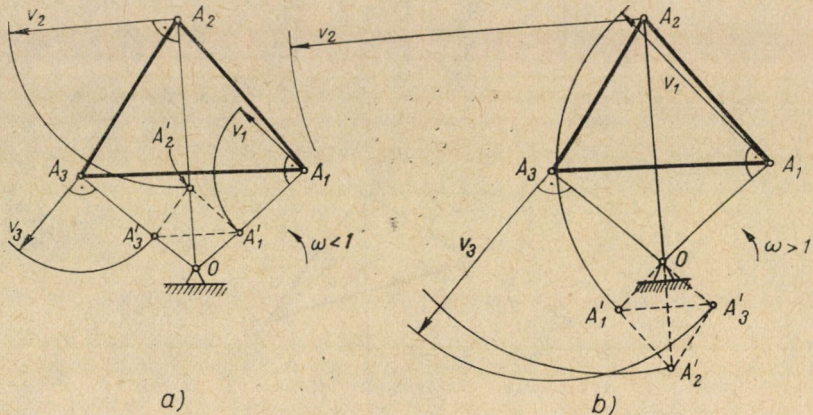
$$v_F = -\omega z.$$



5. ábra

Az elforgatott sebességvektor végpontja által leírt ( $g'$ ) görbe megfelelő  $P'$  pontjához a

$$z' = z + v_F = z - \omega z = (1 - \omega)z \quad (5)$$

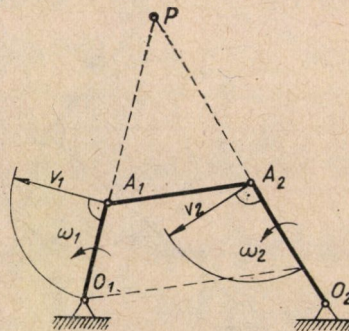


6. ábra

vektor tartozik. Minthogy  $z$  és  $z'$  nyilván párhuzamos egymással, tehát a  $z'$  a  $z$ -ből  $(1 - \omega)$ -szoros nyújtással jön létre.

Ha  $\omega < 1$ , akkor az  $1 - \omega$  szorzó tulajdonképpen  $z$  zsugorítását jelenti, ha pedig  $\omega > 1$ , akkor  $z$ -nek az origóra való tükrözését és nyújtását, vagy zsugorítását. A 6. ábra a ( $g$ ) görbe három pontjára mutatja a szerkesztést: az  $a$ ) esetben  $\omega < 1$ , a  $b$ ) esetben pedig  $\omega > 1$ .

A merev testre vonatkozó előbbi — BURMESTERTŐL származó — tételek akkor is igazak, ha a síkbeli mechanizmus egy kiragadott,  $P$  momentán pólus körül forgó  $A_1A_2$  merev tagjának mozgásakor az  $A_1A_2P$  rendszert tekintjük pillanatnyilag testnek. A 7. ábra pl. egy négyesuklós mechanizmusnál mutatja



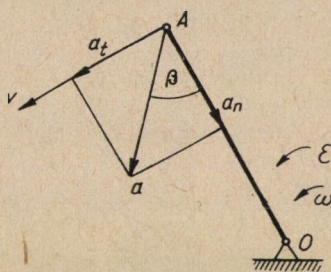
7. ábra

ezt az esetet; az  $A_1$  és  $A_2$  pontbeli  $v_1, v_2$  sebességek, amelyek az  $O_1$ , ill.  $O_2$  pont körüli forgásból származnak, a  $P$  momentán centrum körüli forgásból is kiadódnak, alkalmasan választott szögsebességgel.

### III. A gyorsulásra vonatkozó egyszerű összefüggések

Legyen adott az  $O$  körül forgó  $OA$  merev test  $A$  pontjában a  $v$  sebességvektor és az  $a$  gyorsulásvektor  $a_t$  tangenciális összetevője (8. ábra). Az (1a) szerint a sebességvektor:

$$v = \dot{z} = i\omega z = i\omega |z| e^{i(\omega t + \varphi)}.$$



8. ábra

Ha az  $\omega$  szögsebességet is  $t$  függvényének tekintjük (ez az általános eset), és  $|z|$  pillanatnyilag változatlan, akkor a gyorsulásvektor:

$$a = \ddot{z} = i|z|[\dot{\omega}e^{i(\omega t + \varphi)} + i\omega^2 e^{i(\omega t + \varphi)}] = i|z|[\epsilon e^{i(\omega t + \varphi)} + i\omega^2 e^{i(\omega t + \varphi)}].$$

Végeredményben

$$a = -\omega^2 z + i\epsilon z,$$

ahol  $\epsilon$  a szöggyorsulás.

A gyorsulásvektor tangenciális összetevője

$$a_t = i\epsilon z, \quad (6)$$

normális irányú összetevője pedig

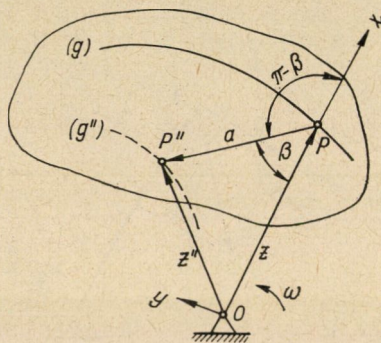
$$a_n = -\omega^2 z. \quad (7)$$

A teljes gyorsulás vektora és a normális irányú összetevője által bezárt  $\beta$  szögre nézve

$$\tan \beta = \frac{\epsilon z}{\omega^2 z} = \frac{\epsilon}{\omega^2} = \text{állandó}. \quad (8)$$

A gyorsulásvektorokra vonatkozó ismert Burmester-tétel a következőképpen hangzik: *Egy síkbeli merev rendszer gyorsulásvektorainak végpontjai által meghatározott idom hasonló a rendszer megfelelő pontjai által meghatározott idomhoz.*

A bizonyítást a 9. ábra alapján végezzük el. Az általánosság csorbítása nélkül feltehetjük, hogy a koordináta-rendszer  $x$  tengelye az  $\overline{OP}$  irányba esik. Válasszunk ki az  $O$  pont körül  $\omega$  szögsebességgel forgó merev testen egy hozzá rögzített  $(g)$  görbét, amelynek tetszőleges  $P$  pontjához tartozzék a  $z$  helyvek-



9. ábra

tor. A  $P$  pontbeli gyorsulásvektor az előbbieik alapján  $\beta = \text{állandó}$  szöget zár be a  $z$  helyvektorral. A gyorsulásvektor  $P''$  végpontja a  $(g'')$  görbét írja le, amelyet a

$$z'' = z + a$$

vektorral adhatunk meg. A gyorsulásvektor abszolút értéke a (6) és (7) összefüggés alapján

$$|a| = \sqrt{|a_t|^2 + |a_n|^2} = \sqrt{\varepsilon^2 |z|^2 + \omega^4 |z|^2} = |z| \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4},$$

irányvektora pedig a 9. ábra szerint

$$e = \frac{z e^{i(\pi - \beta)}}{|z|}.$$

Ezekkel:

$$a = |a| \cdot e = |z| \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} \cdot \frac{z \cdot e^{i(\pi - \beta)}}{|z|} = z \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} e^{i\pi} \cdot e^{-i\beta}$$

és

$$a = -z \cdot \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} \cdot e^{-i\beta}. \quad (9)$$

A gyorsulásvektorok végpontjai által leírt görbe helyvektora:

$$z'' = z - z \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} \cdot e^{-i\beta},$$

illetve

$$z'' = (1 - e^{-i\beta} \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}) z. \quad (10)$$

$z''$  tehát  $z$ -ből az

$$1 - e^{-i\beta} \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$$

vektorral való szorzással keletkezik. A szorzóvektort részletesen kiírva és bevezetve a

$$\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} = c^2$$

jelölést:

$$\begin{aligned} 1 - e^{-i\beta} \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4} &= 1 - c^2 e^{-i\beta} = \\ &= 1 - c^2 (\cos \beta - i \sin \beta) = \\ &= (1 - c^2 \cos \beta) + ic^2 \sin \beta. \end{aligned}$$

Ennek a vektornak az abszolút értéke:

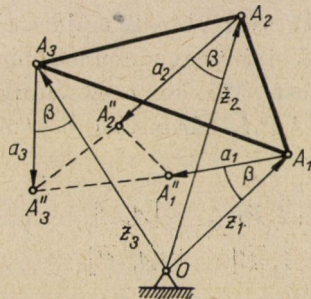
$$\begin{aligned} |(1 - c^2 \cos \beta) + ic^2 \sin \beta| &= \\ &= \sqrt{(1 - c^2 \cos \beta)^2 + c^4 \sin^2 \beta} = \\ &= \sqrt{1 - 2c^2 \cos \beta + c^4 \cos^2 \beta + c^4 \sin^2 \beta} = \\ &= \sqrt{1 - 2c^2 \cos \beta + c^4} = \text{állandó}. \end{aligned}$$

Az  $1 - e^{-i\beta} c^2 = (1 - c^2 \cos \beta) + ic^2 \sin \beta$  vektor arkusza:

$$\delta = \arctan \frac{c^2 \sin \beta}{1 - c^2 \cos \beta} = \text{állandó}.$$

$z''$  tehát úgy jön létre, hogy minden  $z$  vektort megnyújtunk a

$$\sqrt{1 - 2c^2 \cos \beta + c^4} = \text{állandó}$$



10. ábra

arányban és elforgatunk a

$$\delta = \arctan \frac{c^2 \sin \beta}{1 - c^2 \cos \beta} = \text{állandó}$$

szöggel, azaz a  $z$  és  $z''$  vektorral jellemzett  $(g)$  és  $(g'')$  görbe hasonló egymáshoz.

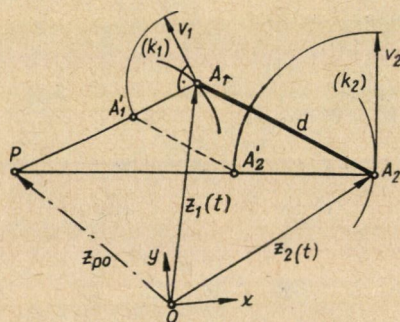
A 10. ábra a  $(g)$  görbén felvett három  $(A_1, A_2, A_3)$  pont esetére mutatja a szerkesztést.

#### IV. A pólusgörbék

##### 1. Álló pólusgörbe

Mozogjon a szerkezet vizsgált tagjának  $A_1$  pontja a  $z_1 = z_1(t)$  függvény-nyel,  $A_2$  pontja pedig a  $z_2 = z_2(t)$  függvénnyel leírt  $(k_1)$ , ill.  $(k_2)$  görbén (11. ábra). Mozgás közben fennáll a

$$|z_1(t) - z_2(t)| = d = \text{állandó} \quad (11)$$



11. ábra

összefüggés. (Általánosabb esetben  $d$  is változhat az idő függvényében; itt csak a  $d = \text{állandó}$  esetet vizsgáljuk.)

Az  $A_1$  és  $A_2$  pontban a megfelelő pályagörbékhez érintőleges irányban megszerkesztve a  $v_1$  és  $v_2$  sebességvektort, majd ezeket  $90^\circ$ -kal elforgatva, az elforgatott sebességvektorok irányegyeneseinek meghosszabbítása meghatározza a  $P$  momentán pólust. Minthogy az elforgatott sebességvektorokra vonatkozó tétel szerint az  $A_1PA_2$  háromszög hasonló az  $A_1'PA_2'$  háromszöghöz, következik, hogy

$$\frac{|A_1P|}{|A_1A_1'|} = \frac{|A_2P|}{|A_2A_2'|} = \lambda .$$

Ennélfogva a  $P$  momentán pólushoz rendelt  $z_{po}$  helyvektort kétféleképpen is



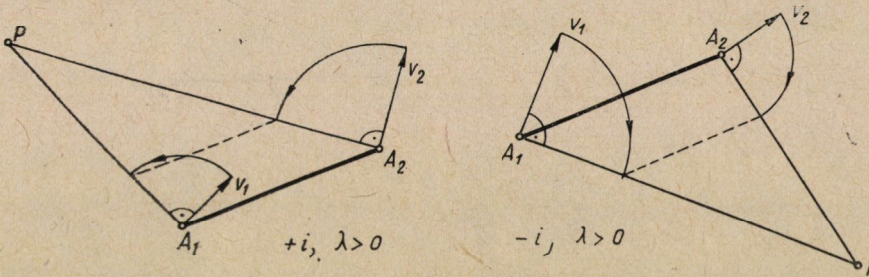
előállíthatjuk:

$$\begin{aligned} z_{p0} &= z_1 \pm i\lambda v_1 = z_1 \pm i\lambda \dot{z}_1 \\ \text{vagy} \\ z_{p0} &= z_2 \pm i\lambda v_2 = z_2 \pm i\lambda \dot{z}_2, \end{aligned} \quad (12)$$

ahol  $\lambda$  értékét mindig pozitívnak vesszük. A (12) képletben aszerint alkalmazzuk a  $+i$  vagy  $-i$  szorzót, hogy a  $90^\circ$ -kal vagy  $-90^\circ$ -kal elforgatott sebességvektorok nyílirányú meghosszabbításai metszik egymást (néhány esetet mutat a 12. ábra). Ezt az előjelt konkrét feladatokban esetenként eldönthetjük.

A (12)-ből következik, hogy

$$z_1 \pm i\lambda \dot{z}_1 = z_2 \pm i\lambda \dot{z}_2.$$



12. ábra

Az egyenletet átrendezve

$$\begin{aligned} \text{és} \quad z_1 - z_2 &= \pm i\lambda \dot{z}_2 \mp i\lambda \dot{z}_1 = i\lambda(\pm \dot{z}_2 \mp \dot{z}_1) \\ |z_1 - z_2| &= \lambda|\dot{z}_2 - \dot{z}_1|. \end{aligned}$$

Mínthogy pedig a (11) szerint

$$|z_1 - z_2| = d,$$

tehát

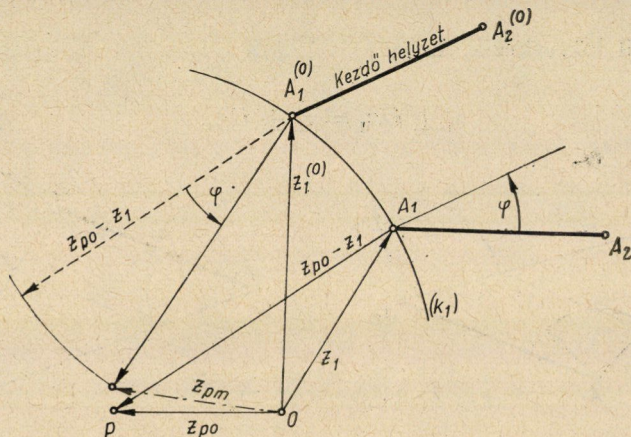
$$\lambda = \frac{d}{|\dot{z}_2 - \dot{z}_1|}, \quad (13)$$

amit visszahelyettesítve a (12)-be (pl. annak első egyenletébe), nyerjük az állópólusgörbe egyenletét:

$$z_{p0} = z_1 \pm i \frac{d\dot{z}_1}{|\dot{z}_2 - \dot{z}_1|}. \quad (14)$$

## 2. Mozgó pólusgörbe

A mozgó pólusgörbe egyenletét az  $A_1A_2$  tag valamely  $A_1^{(0)}A_2^{(0)}$  kezdőhelyzetének megfelelő állásban írjuk fel (13. ábra). Az  $A_1$  pont ( $k_1$ ) pályagörbéjének az  $A_1^{(0)}$  kezdőhelyzethez tartozó helyvektora legyen  $z_1(t^0) = z_1^{(0)}$  ( $t^0$  a kezdőhelyzethez tartozó paraméter-érték). Az  $A_1A_2$  tag tetszőleges helyzetét tekintve, az  $A_1$  ponthoz a  $z_1(t) = z_1$  helyvektor tartozik. Legyen ebben a helyzetben az  $A_1A_2$  tag momentán pólusa  $P$ , ehhez tartozzék a  $z_{p0}$  helyvektor. Az  $A_1A_2$  tagot a tetszőleges helyzetből a kezdőhelyzetbe hozhatjuk



13. ábra

úgy, hogy az  $A_1$  pontot az  $A_1^{(0)}$  pontba visszük, eközben a  $z_1(t)$  vektor felvesz a  $z_1^{(0)}$  értéket, és azonkívül a tagot elfordítjuk alkalmas  $\varphi$  szöggel. Ha az  $A$  pontból felmérjük a  $z_{p0} - z_1$  vektort és utóbbit még  $\bar{\varphi}$  szöggel elforgatjuk az elforgatott vektor végpontja lesz a mozgó pólusgörbe egy pontja. A forgatást alkalmas  $z_f$  forgatóvektorral végezzük. A mozgó pólusgörbe egyenlete:

$$z_{pm} = z_1^{(0)} + z_f(z_{p0} - z_1). \quad (15)$$

## 3. Példa az alkalmazásra

Az  $|A_1A_2| = d$  hosszúságú merev rúd végpontjai az  $x$ , ill. az  $y$  tengelyen csúsznak (14. ábra). Az  $A_1$  pont helyzetét a

$$z_1 = d \sin t,$$

az  $A_2$  pont helyzetét pedig a

$$z_2 = id \cos t$$

komplex szám írja le. Mozogjon a rúd az ábrán nyíllal megjelölt értelemben. Ekkor a sebességvektorokat  $+90^\circ$ -kal elforgatva, azok irányegyeneseinek meghosszabbításai adják a  $P$  momentán pólust [a (14) képletbeli  $+i$  szorzót alkalmazunk]. Ekkor az álló pólusgörbe egyenlete

(14) szerint:

$$z_{p0} = d \sin t + i \frac{d^2 \cos t}{|-id \sin t - d \cos t|}$$

$$z_{p0} = d \sin t + i \frac{d^2 \cos t}{\sqrt{d^2 \sin^2 t + d^2 \cos^2 t}}$$

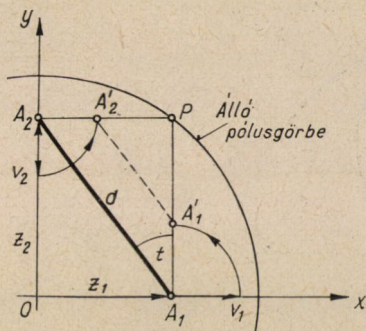
és

$$z_{p0} = d \sin t + id \cos t.$$

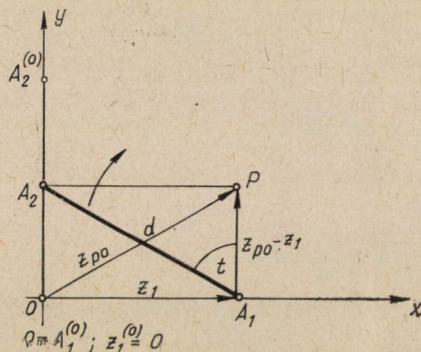
Az

$$x_{p0} = d \sin t$$

$$y_{p0} = d \cos t$$



14. ábra



15. ábra

paraméteres felbontás alapján könnyen adódik, hogy az álló pólusgörbe az

$$x_{p0}^2 + y_{p0}^2 = d^2$$

kör.

Írjuk fel a mozgó pólusgörbe egyenletét arra az esetre, amikor az  $A_1 A_2$  tag az  $y$  tengelyen helyezkedik el (15. ábra). Ekkor

$$z_1^{(0)} = 0,$$

a forgatóvektor pedig — a 15. ábra szerinti forgatási irányt véve alapul —

$$z_f = \cos t - i \sin t.$$

Így a (15) alapján (felhasználva az álló pólusgörbe előbb kapott komplex alakú egyenletét) a mozgó pólusgörbe egyenlete:

$$z_{pm} = z_1^{(0)} + z_f(z_{p0} - z_1) = 0 + (\cos t - i \sin t) [(d \sin t + id \cos t) - d \sin t],$$

illetve

$$z_{pm} = d \sin t \cos t + id \cos^2 t.$$

Az egyenletet paraméteres alakra bontva:

$$x_{pm} = d \sin t \cos t,$$

$$y_{pm} = d \cos^2 t$$

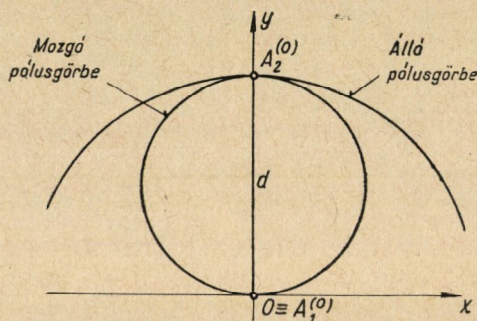
vagy ha a paramétert kiküszöböljük:

$$\frac{x_{pm}}{y_{pm}} = \frac{\sin t}{\cos t} = \tan t,$$

$$y_{pm} = d \cos^2 t = \frac{d}{1 + \tan^2 t} = \frac{d}{1 + \frac{x_{pm}^2}{y_{pm}^2}},$$

$$y_{pm} = \frac{dy_{pm}^2}{x_{pm}^2 + y_{pm}^2},$$

$$x_{pm}^2 + y_{pm}^2 = dy_{pm}.$$



16. ábra

Végül a mozgó pólusgörbe egyenlete:

$$x_{pm}^2 + \left(y_{pm} - \frac{d}{2}\right)^2 = \frac{d^2}{4}.$$

A görbét a 16. ábra mutatja.

## V. A pólusgörbék legördülése

### 1. A pólusvándorlási sebesség

Írja le az  $xy$  koordinátarendszerben az álló pólusgörbét a

$$z_{p0} = z_{p0}(\varphi),$$

a mozgó pólusgörbét a

$$z_{pm} = z_{pm}(\psi)$$

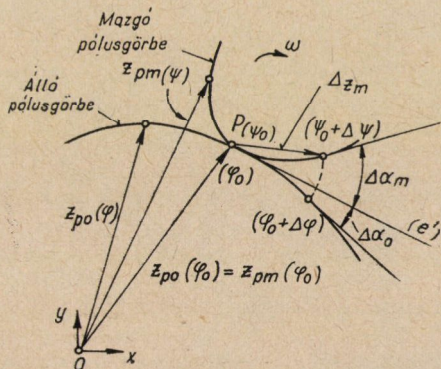
helyvektor (17. ábra). Itt  $\varphi$  és  $\psi$  skaláris (valós) paraméterek. Rögzítsük az álló pólusgörbét és gördítsük le rajta csúszásmentesen a mozgó pólusgörbét  $\omega$  szögsebességgel. A kiinduló helyzetben

$$z_{p0}(\varphi_0) = z_{pm}(\psi_0),$$

$$z'_{p0}(\varphi_0) = z'_{pm}(\psi_0)$$

(a vesszős jelölés a geometriai paraméter szerinti deriválást jelenti).  $\varphi_0$  és  $\psi_0$  a két pólusgörbének a pillanatnyilag közös  $P$  érintési pontjához tartozó paraméter-értékek.

$\Delta t$  idő múlva a mozgó pólusgörbe  $\psi_0 + \Delta\psi$  paraméterű pontja és az álló pólusgörbe  $\varphi_0 + \Delta\varphi$  paraméterű pontja lesz a két görbe érintkezési pontja. Ezalatt a mozgó pólusgörbének egy olyan ívdarabja gördül le az álló pólus-



17. ábra

görbén, melyhez a  $\Delta z_m$  húrvektor tartozik. A pólusvándorlási sebesség:

$$\begin{aligned}
 u &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta z_m}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{z_{pm}(\psi_0 + \Delta\psi) - z_{pm}(\psi_0)}{\Delta t} = \\
 &= \lim_{\Delta\psi \rightarrow 0} \frac{z_{pm}(\psi_0 + \Delta\psi) - z_{pm}(\psi_0)}{\frac{\Delta\psi}{\Delta t}} = z'_{pm}(\psi_0) \cdot \lim_{\Delta\psi \rightarrow 0} \frac{1}{\frac{\Delta t}{\Delta\psi}}.
 \end{aligned}$$

A mozgó pólusgörbe legördítése közben a kezdőhelyzetben  $\psi_0 + \Delta\psi$  paraméterű pontjához tartozó érintő  $\Delta t$  idő alatt  $\Delta\alpha_m + \Delta\alpha_0$  szöget sűrol, ahol

$\Delta\alpha_m$  a mozgó pólusgörbe kezdőhelyzetben  $\psi_0 + \Delta\psi$  paraméterű pontbeli érintője és a  $P$  pontbeli közös pólusérintő közötti szög;  
 $\Delta\alpha_0$  pedig az álló pólusgörbe kezdőhelyzetben  $\varphi_0 + \Delta\varphi$  paraméterű pontjabeli érintő és a  $P$  pontbeli közös pólusérintő közötti szög.

Mivel

$$\Delta\alpha_m + \Delta\alpha_0 = \omega \Delta t$$

és

$$\Delta t = \frac{1}{\omega} (\Delta\alpha_m + \Delta\alpha_0),$$

így

$$\begin{aligned} u &= z'_{pm}(\psi_0) \cdot \lim_{\Delta\psi \rightarrow 0} \frac{1}{\frac{1}{\omega} \cdot \frac{\Delta\alpha_m + \Delta\alpha_0}{\Delta\psi}} = \omega z'_{pm}(\psi_0) \cdot \lim_{\Delta\psi \rightarrow 0} \frac{1}{\frac{\Delta\alpha_m}{\Delta\psi} + \frac{\Delta\alpha_0}{\Delta\psi}} = \\ &= \omega z'_{pm}(\psi_0) \cdot \frac{1}{\frac{d\alpha_m}{d\psi} + \frac{d\alpha_0}{d\psi}} \end{aligned}$$

A  $dt$  idő alatt a mozgó pólusgörbe  $ds_m = |z'_{pm}(\psi_0)|d\psi$  íveleme gördül le csúszásmentesen az álló pólusgörbe  $ds_0 = |z'_{p0}(\varphi_0)|d\varphi$  ívelemén, tehát

$$ds_m = ds_0 = ds.$$

A

$$\frac{d\alpha}{d\psi} = \frac{d\alpha}{ds} \cdot \frac{ds}{d\psi} = \frac{d\alpha}{ds} |z'_p(P)|$$

összefüggés felhasználásával

$$\begin{aligned} u &= \omega z'_{pm}(\psi_0) \cdot \frac{1}{\frac{d\alpha_m}{ds} |z'_{pm}(\psi_0)| + \frac{d\alpha_0}{ds} |z'_{pm}(\psi_0)| d\varphi} = \\ &= \omega z'_{pm}(\psi_0) \cdot \frac{|z'_{pm}(\psi_0)|}{|z'_{pm}(\psi_0)|} \cdot \frac{1}{|z'_{pm}(\psi_0)| \left( \frac{d\alpha_m}{ds} + \frac{d\alpha_0}{ds} \right)} = \\ &= \omega \frac{z'_{pm}(\psi_0)}{|z'_{pm}(\psi_0)|} \cdot \frac{1}{\frac{d\alpha_m}{ds} + \frac{d\alpha_0}{ds}} \end{aligned}$$

A  $d\alpha_0/ds$ , ill. a  $d\alpha_m/ds$  az álló, ill. a mozgó pólusgörbe  $P$  pontbeli görbülete, ezeket  $g_0$ , ill.  $g_m$ -mel jelölve:

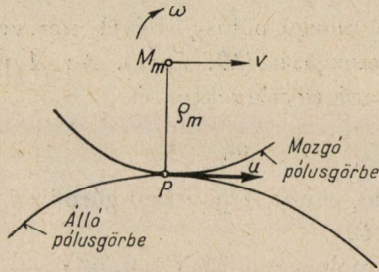
$$u = \omega \frac{z'_{pm}(\psi_0)}{|z'_{pm}(\psi_0)|} \cdot \frac{1}{g_m + g_0}$$

Itt

$$\frac{z'_{pm}(\psi_0)}{|z'_{pm}(\psi_0)|} = e_m$$

a pólusvándorlási sebesség irány-egységvektora (a  $P$  pontbeli közös pólusérintő irányába mutat), a görbületeket pedig a megfelelő  $\varrho_m$ ,  $\varrho_0$  görbületi sugarak reciprok értékeiként véve:

$$u = \omega e_m \frac{1}{\frac{1}{\varrho_m} + \frac{1}{\varrho_0}} \quad (16)$$



18. ábra

Ebből

$$\frac{|u|}{\omega} = \frac{1}{\frac{1}{\rho_m} + \frac{1}{\rho_0}} \quad (16a)$$

2. Az Euler-Savary-egyenlet

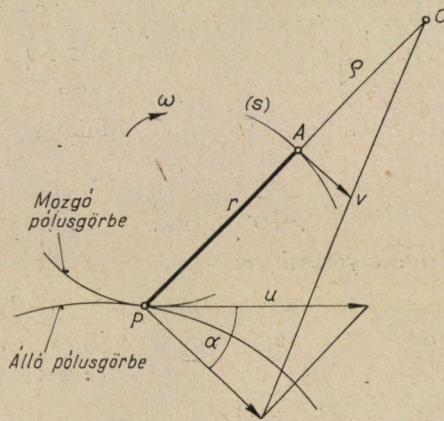
Miközben a mozgó pólusgörbe legördül az állón, a mozgó pólusgörbe P pontbeli  $M_m$  görbületi középpontja

$$|v| = \rho_m \omega$$

sebességgel mozog (18. ábra), ahol  $\rho_m$  a mozgó pólusgörbe P pontbeli görbületi sugara.

Képezzük az  $|u|/|v|$  hányadost:

$$\frac{|u|}{|v|} = \frac{\omega \frac{1}{1/\rho_m + 1/\rho_0}}{\rho_m \omega} = \frac{1}{\rho_m \left( \frac{1}{\rho_m} + \frac{1}{\rho_0} \right)} = \frac{1}{\rho_m \frac{\rho_0 + \rho_m}{\rho_0 \rho_m}} = \frac{\rho_0}{\rho_0 + \rho_m} \quad (17)$$



19. ábra

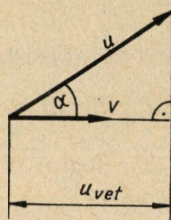
Vizsgáljuk most a mozgó pólusgörbével mereven összekötött test tet-szőleges  $A$  pontjának mozgását (19. ábra). Az  $A$  pontbeli sebesség:  $v = r\omega e_A$ . Itt  $e_A$  a  $v$  irányú egységvektor és

$$|v| = r\omega.$$

Az  $A$  pont ( $s$ ) pályát ír le, ennek  $A$  pontbeli görbületi sugara legyen  $\varrho$ , görbületi középpontja pedig  $C$ .

Kiszámítjuk az  $u$  pólusvándorlási sebesség vetületének nagyságát a  $v$  vektor irányában (20. ábra). Az  $u$  és  $v$  vektor által bezárt szög legyen  $\alpha$ , akkor

$$\frac{u}{v} = \frac{|u|}{|v|} (\cos \alpha + i \sin \alpha).$$



20. ábra

Innen a keresett vetület hossza:

$$\begin{aligned} u_{vet} &= |u| \cos \alpha = |v| \cdot \operatorname{Re} \left( \frac{u}{v} \right) = \\ &= |v| \cdot \operatorname{Re} \frac{\omega \frac{1}{\varrho_m + 1/\varrho_0} \cdot e_m}{r\omega e_A} = |v| \operatorname{Re} \frac{1}{r \left( \frac{1}{\varrho_m} + \frac{1}{\varrho_0} \right)} \cdot \frac{e_m}{e_A} = \\ &= r\omega \operatorname{Re} \frac{1}{r \left( \frac{1}{\varrho_m} + \frac{1}{\varrho_0} \right)} (\cos \alpha + i \sin \alpha) = \frac{\omega \cos \alpha}{\frac{1}{\varrho_m} + \frac{1}{\varrho_0}}. \end{aligned} \quad (18)$$

A  $C$  pont körüli elfordulásra fenn kell állnia a

$$\frac{\varrho}{\varrho + r} = \frac{|v|}{u_{vet}}$$

aránypárnak. (18)-at behelyettesítve:

$$\frac{\varrho}{\varrho + r} = \frac{r\omega}{\frac{\omega \cos \alpha}{\frac{1}{\varrho_m} + \frac{1}{\varrho_0}}} = \frac{r \left( \frac{1}{\varrho_m} + \frac{1}{\varrho_0} \right)}{\cos \alpha},$$



vagyis

$$\frac{1}{\varrho_m} + \frac{1}{\varrho_0} = \frac{\varrho}{r(\varrho+r)} \cos \alpha. \quad (19)$$

Ez az ismert *Euler-Savary egyenlet*.

### 3. Görbületi sugarak

A pólusgörbék és a pályagörbék görbületi sugarait ezek komplex alakú egyenleteiből könnyen ki lehet számítani. Legyen ugyanis egy görbe egyenlete komplex alakban

$$z(\varphi) = x(\varphi) + iy(\varphi).$$

A görbületi sugár ismert képlete

$$\varrho = \frac{(x'^2 + y'^2)^{3/2}}{y''x' - x''y'}.$$

A

$$\left. \begin{aligned} z' &= x' + iy' \\ z'' &= x'' + iy'' \end{aligned} \right\}$$

deriváltakból képezzük a következő kifejezéseket (megjegyezve, hogy a felül vonás konjugáltat jelöl):

$$\left. \begin{aligned} \bar{z}' \cdot z'' &= (x' - iy')(x'' + iy'') = (x'x'' + y'y'') + i(y''x' - x''y') \\ z' \cdot \bar{z}'' &= (x + iy')(x'' - iy'') = (x'x'' + y'y'') + i(-y''x' + x''y') \end{aligned} \right\}$$

A második egyenletet kivonva az elsőből

$$\bar{z}' \cdot z'' - z' \cdot \bar{z}'' = zi(y''x' - x''y'),$$

minthogy továbbá

$$x'^2 + y'^2 = |z'|^2,$$

tehát

$$\varrho = \frac{zi |z'|^3}{\bar{z}' z'' - z' \bar{z}''}. \quad (20)$$

### 4. Menelaos tétele

E tétel a 21. ábra jelöléseivel így hangzik:

$$\frac{|B_0 B|}{|BP|} \cdot \frac{|PA|}{|AA_0|} \cdot \frac{|QA_0|}{|QB_0|}. \quad (21)$$

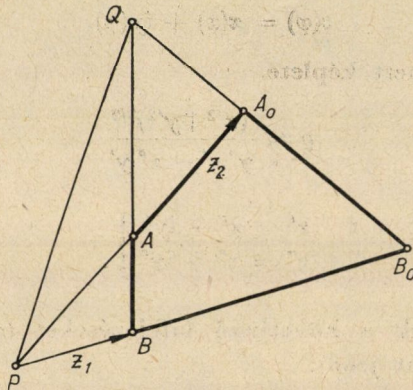
$$A \quad \overrightarrow{PB} = z_1, \quad \overrightarrow{BB_0} = \lambda z_1, \quad \left( \frac{|\overrightarrow{BB_0}|}{|\overrightarrow{PB}|} = \lambda \right);$$

és az

$$\overrightarrow{AA_0} = z_2, \quad \overrightarrow{PA} = \mu z_2, \quad \left( \mu = \frac{|\overrightarrow{PA}|}{|\overrightarrow{AA_0}|} \right)$$

jelölésekkel állítsuk elő az  $\overrightarrow{A_0B_0}$  szakaszt jellemző vektort:

$$\overrightarrow{B_0A_0} = (1 + \mu)z_2 - (1 + \lambda)z_1.$$



21. ábra

Hosszabbítsuk meg ezt a vektort úgy, hogy

$$|\overrightarrow{A_0Q}| = \frac{v}{1-v} |\overrightarrow{A_0B_0}|$$

legyen, ahol  $v$  egyelőre határozatlan, ekkor

$$\begin{aligned} \frac{|\overrightarrow{QA_0}|}{|\overrightarrow{QB_0}|} &= \frac{|\overrightarrow{A_0Q}|}{|\overrightarrow{A_0Q}| + |\overrightarrow{A_0B_0}|} = \\ &= \frac{\frac{v}{1-v} |\overrightarrow{A_0B_0}|}{\frac{v}{1-v} |\overrightarrow{A_0B_0}| + |\overrightarrow{A_0B_0}|} = \frac{\frac{v}{1-v}}{\frac{v}{1-v} + 1} = \frac{v}{v + 1 - v} = v. \end{aligned}$$

Igazolni kell tehát, hogy

$$\lambda \cdot \mu v = 1.$$

3.1. Az adatok alapján

$$\overrightarrow{BA} = \overrightarrow{PA} - \overrightarrow{PB} = \mu z_2 - z_1.$$

Ezt a vektort hosszabbítsuk meg  $\kappa$ -szorosra. Figyelembe véve, hogy a  $QBB_0$  háromszögre fenn kell állnia a

$$\overrightarrow{BB_0} + \overrightarrow{B_0Q} = \overrightarrow{BQ}$$

egyenlőségnek, tehát

$$\lambda z_1 + [(1 + \mu) z_2 - (1 + \lambda) z_1] + \frac{\nu}{1 - \nu} [(1 + \mu) z_2 - (1 + \lambda) z_1] = \kappa [\mu z_2 - z_1],$$

$$\lambda z_1 + \left(1 + \frac{\nu}{1 - \nu}\right) [(1 + \mu) z_2 - (1 + \lambda) z_1] = \kappa [\mu z_2 - z_1],$$

és

$$(\lambda + \kappa) z_1 + \frac{1}{1 - \nu} [(1 + \mu) z_2 - (1 + \lambda) z_1] = \kappa \mu z_2. \quad (22)$$

A  $PA_0B_0$  háromszögben

$$\overrightarrow{PB_0} + \overrightarrow{B_0A_0} = \overrightarrow{PA_0};$$

$$z_1 + \lambda z_1 + [(1 + \mu) z_2 - (1 + \lambda) z_1] = \mu z_2 + z_2,$$

és

$$(1 + \lambda) z_1 + [(1 + \mu) z_2 - (1 + \lambda) z_1] = (\mu + 1) z_2. \quad (23)$$

A (22) és (23) egyenlőség két olyan háromszög hasonlóságát fejezi ki, amelyeknek oldalai rendre párhuzamosak a

$$z_1, (1 + \mu) z_2 - (1 + \lambda) z_1 \quad \text{és a} \quad z_2$$

vektorokkal, tehát, ha  $k$  arányossági tényező, akkor

$$\lambda + \kappa = k(1 + \lambda),$$

$$\frac{1}{1 - \nu} = k,$$

$$\kappa \mu = k(\mu + 1).$$

A középső egyenletből kifejezett  $k$  értéket behelyettesítve a másik kettőbe:

$$\lambda + \kappa = \frac{1 + \lambda}{1 - \nu},$$

$$\kappa \mu = \frac{\mu + 1}{1 - \nu}.$$

A második egyenletből

$$\kappa = \frac{\mu + 1}{\mu(1 - \nu)},$$

amit behelyettesítve az elsőbe azt kapjuk, hogy

$$\lambda + \frac{\mu + 1}{\mu(1 - \nu)} = \frac{1 + \lambda}{1 - \nu}.$$

Az egyenlet mindkét oldalát szorozzuk meg  $\mu(1 - \nu)$ -vel:

$$\lambda\mu(1 - \nu) + \mu + 1 = \mu(1 + \lambda).$$

Innen

$$\lambda\mu\nu = 1,$$

ami bizonyítandó volt.

### 5. Bobillier tétele

Legyen adott az  $A_1A_2B_1B_2$  négytagú csuklós mechanizmus (22. ábra)  $r_1, r_2, \varrho_1, \varrho_2$  méreteivel, valamint a szerkezett pillanatnyi helyzetét meghatározó  $\varphi_1$  és  $\varphi_2$  szög.

Menelaos tétele szerint

$$\frac{\varrho_1}{r_1} \cdot \frac{r_2}{\varrho_2} \cdot \frac{|QA_2|}{|QA_1|} = 1.$$

Az  $A_1PQ$  háromszögből

$$\frac{c}{|QA_1|} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin(\gamma + \delta)},$$

az  $A_2PQ$  háromszögből pedig

$$\frac{c}{|QA_2|} = \frac{\sin \varphi_2}{\sin \gamma};$$

a két aránypár egybevetésével

$$\frac{c}{|QA_1|} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin(\gamma + \delta)}$$

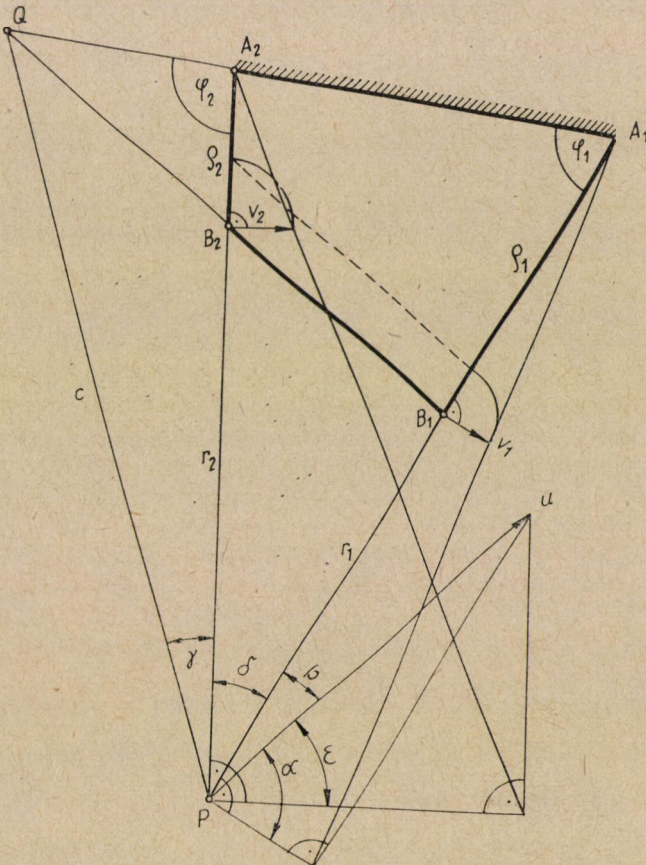
$$\frac{c}{|QA_2|} = \frac{\sin \varphi_2}{\sin \gamma}$$

és

$$\frac{|QA_2|}{|QA_1|} = \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin(\gamma + \delta)}$$

Ezt behelyettesítve Menelaos tételébe azt kapjuk, hogy

$$\frac{Q_1}{Q_2} \cdot \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin(\gamma + \delta)} = 1.$$



22. ábra

A  $PA_1A_2$  háromszögből

$$\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} = \frac{\varrho_2 + r_2}{\varrho_1 + r_1},$$

ezzel a Menelaos-tétellel:

$$\frac{\varrho_1}{\varrho_2} \cdot \frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{\varrho_2 + r_2}{\varrho_1 + r_1} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin(\gamma + \delta)} = 1.$$

Mint ahogy

$$\frac{|v_1|}{|u| \cos \alpha} = \frac{\varrho_1}{\varrho_1 + r_1}$$

és hasonlóképpen

$$\frac{|v_2|}{|u| \cos \varepsilon} = \frac{\varrho_2}{\varrho_2 + r_2},$$

ezek felhasználásával a Menelaos-tétellel:

$$\frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{|v_1|}{|u| \cos \alpha} \cdot \frac{|u| \cos \varepsilon}{|v_2|} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin(\gamma + \delta)} = 1,$$

azonban

$$\frac{|v_1|}{|v_2|} = \frac{r_1}{r_2},$$

és így

$$\frac{r_2}{r_1} \cdot \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{\cos \varepsilon}{\cos \alpha} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin(\gamma + \delta)} = 1,$$

illetve

$$\frac{\cos \varepsilon}{\cos \alpha} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin(\gamma + \delta)} = 1.$$

Továbbá figyelembe véve, hogy

$$\cos \alpha = \sin \beta$$

és

$$\cos \varepsilon = \sin(\beta + \delta),$$

következik a

$$\frac{\sin(\beta + \delta)}{\sin \beta} \cdot \frac{\sin \gamma}{\sin(\gamma + \delta)} = 1$$

összefüggés, amely fennáll, ha

$$\beta = \gamma.$$

Ezzel igazoltuk Bobillier tételét.

## IRODALOM

1. SÁLYI ISTVÁN: Műszaki mechanika I (egyetemi tankönyv). Tankönyvkiadó, Budapest 1960.
2. TERPLÁN ZÉNÓ: Mechanizmusok (egyetemi tankönyv). Tankönyvkiadó, Budapest 1965.
3. FAZEKAS FERENC: Műszaki matematikai gyakorlatok, B. IV. kötet (egyetemi segédkönyv). Tankönyvkiadó, Budapest 1956.
4. FUKSZ, B. A.—SABAT, B. V.: Komplex függvények és néhány alkalmazásuk (egyetemi tankönyv). Tankönyvkiadó, Budapest 1953.

**Beweis einiger Sätze über ebene Mechanismen, in der komplexen Zahlenebene.**

Die Arbeit faßt einige bekannte Sätze aus der Kinematik der ebenen Mechanismen zusammen (Satz von Burmester, Euler-Savary, Menelaos, Bobillier) und verwendet für die Beweise die Rechenregeln der komplexen Zahlenalgebra bzw. einfache Zusammenhänge aus der Theorie der komplexen Funktionen von reellen Zahlen. Die Punkte des Mechanismus können in der komplexen Zahlenebene durch komplexe Größen beschrieben werden (Ortsvektoren), aus denen mit Hilfe der Differentialrechnung auch die Zusammenhänge für die Geschwindigkeiten, Beschleunigungen, Bahnkrümmungsradien abgeleitet werden können.

**Proof of Some Theorems on Plane Mechanisms, in the Plane of Complex Numbers.**

In the paper some known theorems on the cinematics of plane mechanisms are dealt with (Theorems of Burmester, Euler-Savary, Menelaos, Bobillier). For the proof of the theorems the rules of the algebra of complex numbers are used, as well as simple relations for the complex functions of real variables. The points of the mechanism can be described in the complex plane of numbers by complex quantities (position vectors), from which relations on the velocities, accelerations, radii of curvature of trajectories can be deduced by differential calculus.





# A KÖZÉPPONTGÖRBE ALAKHŰ FELVÁZOLÁSA

FILEMON JÓZSEFNÉ

BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM, MŰSZAKI MECHANIKA TANSZÉK

[Beérkezett 1968. július 25-én]

A középpontgörbe meghatározása mind szerkesztő, mind számító módszerrel munkaigényes folyamat (gépi számításnál a munkaidőcsökkentés költségmegtakarítást jelent). A dolgozatban a szerző olyan módszert ismertet, amellyel egyszerűen, kevés kiinduló adat segítségével elkészíthető a középpontgörbe alakhű vázlata. A végleges szerkesztést, ill. számítást ezután csak abban a tartományban szükséges elvégezni, ahol megoldás várható. A vázlat, amely megszünteti a rendelkezésre álló pontok összekötési sorrendjében adódó bizonytalanságot, felhasználható a kiinduló adatokban esetleg szükséges és lehetséges változások végrehajtásához.

## I. Az alakhű felvázolás jelentősége

A középpontgörbe azon pontok mértani helye, amelyekből a pólusnégyszög (1. ábra) szemközti oldalai egyenlő vagy kiegészítő szög alatt látszanak. A pólusnégyszög fogalma és a középpontgörbe meghatározási módozatai az irodalomból ismertek [pl. 1 -3, 7, 8]. Mind a szerkesztő, mind a számító eljárás nagyon munkaigényes, ezért hasznos segítség lenne a tervező számára a középpontgörbe alakhű felvázolása a kiinduló adatok segítségével. E vázlat lehetővé tenné a várható megoldás környezetének behatárolását a középpontgörbén, és esetleg figyelmeztetné a szerkesztőt, hogy az adott kiinduló helyzetekkel meghatározható középpontgörbe segítségével nem lehet a kijelölt feladatot megoldani. Ez esetben a kiinduló adatok megváltoztatásával új vázlatot készítve úgy irányítható a tervezési folyamat, hogy az eredmény elfogadható legyen. A végleges számítást (vagy szerkesztést) ezután csak abban a tartományban kell elvégezni, ahol jó megoldás várható. Indokolttá teszi az alakhű vázlat elkészítését az a körülmény is, hogy bizonyos esetekben az eredményül kiadódó pontok összekötésénél nagy a tévedés lehetősége. Az összekötendő pontokon hibás sorrendben végighaladva a görbe jellege (unikurzális vagy kétmenetű) is megváltozhat. El kell tehát előre dönteni, hogy az eleve ismert pontok (pl. a pólusláncok pontjai) milyen sorrendben követik egymást, azaz milyen alakú a görbe.

## II. Az algebrai görbék néhány ismert tulajdonsága

Egy  $n$ -ed rendű görbe hat jellemző adata [pl. 5, 6]:  $n$  a görbe rendszáma;  $\delta$  a duplapontok száma;  $\kappa$  a csúcspontok száma és ezek duális megfelelői, nevezetesen  $m$  a görbe osztályszáma,  $\tau$  a kettősérintők száma;  $i$  az inflexiók érintők száma. A Plücker-egyenletek szerint e hat jellemző szám közül csak három független egymástól, mert

$$3n(n-2) = i + 6\delta + 8\kappa. \quad (1)$$

Ennek duális megfelelője:

$$3m(m-2) = \kappa + 6\tau + 8i; \quad (2)$$

a kettő egybevetéséből pedig

$$3(m-n) = i - \kappa. \quad (3)$$

Itt  $m$  a görbe osztályszáma, vagyis a görbéhez nem tartozó pontból a görbéhez húzható érintők száma. Ha a tetszőleges pont pontja a görbének, akkor az  $e$  pontból más pontokhoz húzható érintők száma  $m-2$ , beleszámítva az esetleges képzetes érintőket, és tekintetbe véve a többszörös érintőknél a multiplicitást is.

Egy  $n$ -ed rendű algebrai görbének legfeljebb  $\delta_{\max}$  számú duplapontja lehet:

$$\delta_{\max} = \frac{1}{2}(n-1)(n-2). \quad (4)$$

Az (1), (2), (3) és (4) egyenletekkel meghatározott szingularitások nem szükség-szerűen valóságosak. Kizárólag valós értékekre vonatkozik a Klein-egyenlet:

$$n + 2\tau' + i' = m + 2\delta' + \kappa'. \quad (5)$$

Mint ismeretes, a középpontgörbe harmadrendű algebrai görbe, így a (4) egyenlet szerint legfeljebb egy duplaponttal rendelkezhet. A duplapontban húzott érintők a görbét további pontban nem metszhetik, és kettősérintője a görbének nem lehet, mert mindkét esetben a görbének ezzel az érintővel négy közös pontja lenne.

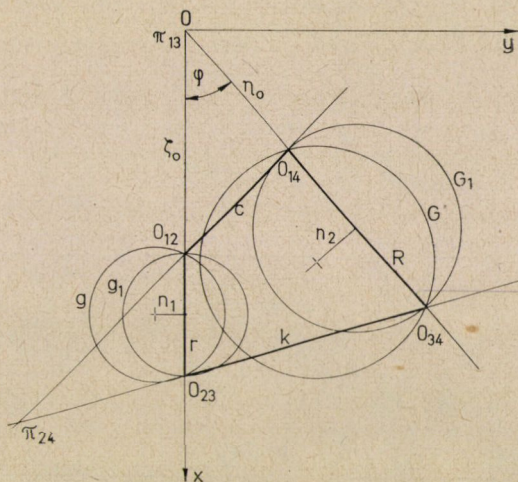
A harmadrendű görbék két nagy csoportba sorolhatók, nevezetesen van

harmadrendű görbe *duplapont nélkül*, amelynél az  $n = 3$ ,  $\delta = 0$ ,  $\kappa = 0$  értékekkel az (1) egyenletből  $i = 9$ -re adódik és ezzel a (2) egyenletből  $m = 6$ , a valós inflexiók lehetséges száma pedig az (5) egyenletből  $i' = 3$ ;

harmadrendű görbe *duplaponttal*, amelynél az  $n = 3$ ,  $\delta = 1$ ,  $\kappa = 0$  értékekkel az (1) egyenletből  $i = 3$ -ra adódik és ezzel a (2) egyenletből  $m = 4$ , valós inflexiók száma az (5) egyenletből pedig legfeljebb  $i' = 3$  lehet.

### III. Az origóból a középpontgörbéhez húzható érintők vizsgálata

Az 1. ábrán a középpontgörbét meghatározó egyik pólusnégyszög látható. Egyelőre feltételezhető, hogy a pólusnégyszög konvex, azaz bármely



1. ábra

két szomszédos csúcán áthaladó egyenesnek egy és ugyanazon oldalán fekszenek az összes többi csúcspontjai. Legyen  $k > r$ ,  $R, c$ ;  $r < R$  (mindkettő kapcsolódik  $k$ -val); a derékszögű koordinátarendszer origója az  $r$  és  $R$  négyszögszögletének egyenesének metszéspontja; az  $x$  tengely iránya  $r$  irányával egybeesik;  $\pi_{13}O_{14} = \eta_0$ ;  $\pi_{13}O_{12} = \zeta_0$ .

Az a feltétel, hogy a középpontgörbe azon pontok mértani helye, amelyekből a pólusnégyszög szemközti oldali egyenlő vagy kiegészítő szög alatt látszanak, a  $g$  és  $G$  körök metszéspontjaiban teljesül (1. ábra). E körök egyenlete a  $g_1$  és  $G_1$  körök segítségével is felírható.

A  $g_1$  kör egyenlete:

$$x^2 + y^2 - x(r + 2\zeta_0) + \zeta_0^2 + \zeta_0 r = 0, \tag{6}$$

a  $g$  kör egyenlete:

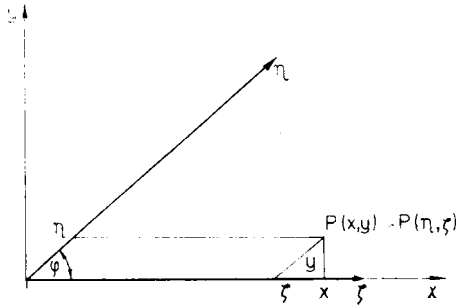
$$x^2 + y^2 - x(r + 2\zeta_0) + \zeta_0^2 + \zeta_0 r + 2n_1 y = 0, \tag{6a}$$

a  $G_1$  kör egyenlete:

$$x^2 + y^2 - (x \cos \varphi + y \sin \varphi)(R + 2\eta_0) + \eta_0^2 + \eta_0 R = 0, \quad (7)$$

a  $G$  kör egyenlete:

$$x^2 + y^2 - (x \cos \varphi + y \sin \varphi)(2\eta_0 + R) + \eta_0^2 + \eta_0 R - 2n_2(x \sin \varphi - y \cos \varphi) = 0. \quad (7a)$$



2. ábra

Mint ahogy

$$2n_1 = r \cotg \gamma$$

és

$$2n_2 = R \cotg \gamma,$$

azért

$$g = g_1 + r \cotg \gamma y = 0 \quad (6b)$$

és

$$G = G_1 + R \cotg \gamma (y \cos \varphi - x \sin \varphi) = 0. \quad (7b)$$

A  $g$  és  $G$  körseregek egyenletéből  $\gamma$ -t kiküszöbölve a középpontgörbe egyenlete:

$$G_1 r y + g_1 R (x \sin \varphi - y \cos \varphi) = 0. \quad (8)$$

A további vizsgálathoz célszerű a (8) görbe egyenletét a ( $\zeta = OO_{12}$ ;  $\eta = OO_{14}$ ) ferdeszögű koordináta rendszerben (2. ábra) felírni, mert alakja egyszerűbb. Felhasználva az

$$y = \eta \sin \varphi; \quad x = \eta \cos \varphi + \zeta$$

egyenleteket, valamint a  $g_1$ ,  $G_1$ ,  $g$  és  $G$  egyenletekben végrehajtva az átalakítást, a középpontgörbe egyenlete az  $\eta$  és  $\zeta$  koordinátarendszerben a következő:

$$R\zeta g_1(\eta; \zeta) + r\eta G_1(\eta; \zeta) = 0, \quad (9)$$

majd  $g_1$  és  $G_1$  behelyettesítése után:

$$\begin{aligned} R\zeta[\zeta^2 + \eta^2 + 2\eta\zeta \cos \varphi - \eta \cos \varphi(r + 2\zeta_0) - \\ - \zeta(r + 2\zeta_0) + \zeta_0^2 + \zeta_0 r] + r\eta[\zeta^2 + \eta^2 + 2\eta\zeta \cos \varphi - \\ - \zeta \cos \varphi(R + 2\eta_0) - \eta(R + 2\eta_0) + \eta_0^2 + \eta_0 R] = 0. \end{aligned} \quad (9a)$$

Az origón átmenő és az origóval nem egybeeső pontokhoz tartozó érintők segítségével a görbe alakjára lehet következtetni. Tetszőleges, az origón átmenő egyenes egyenlete  $\eta = m\zeta$ . Ennek a középpontgörbével való metszéspontjait keresve  $\zeta$ -ra másodfokú egyenlet adódik:

$$\begin{aligned} \zeta^2[rm^3 + m^2(R + 2r \cos \varphi) + m(r + 2R \cos \varphi) + R] - \\ - \zeta\{m^2(R + 2\eta_0)r + m \cos \varphi[r(R + 2\eta_0) + R(r + 2\zeta_0)] + \\ + R(r + 2\zeta_0)\} + \zeta_0^2 + \zeta_0 r + mr(\eta_0^2 + \eta_0 R) = 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Ha az  $\eta = m\zeta$  egyenes érinti a középpontgörbét ( $\zeta \neq 0$ ), akkor a (10) egyenlet diszkriminánsa nulla, vagyis

$$\begin{aligned} \{rm^2(R + 2\eta_0) + m \cos \varphi[(R + 2\eta_0)r + (r + 2\zeta_0)R] + R(r + 2\zeta_0)\}^2 - \\ - 4[\zeta_0^2 + \zeta_0 r + mr(\eta_0^2 + \eta_0 R)] [rm^3 + m^2(R + 2r \cos \varphi) + \\ + m(r + 2R \cos \varphi) + R] = 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Bevezetve a következő rövidítéseket:

$$E = \eta_0 \zeta_0; \quad F = (\zeta_0 + r)(\eta_0 + R); \quad H = (\eta_0 + R)\eta_0; \quad K = (\zeta_0 + r)\zeta_0$$

és átalakítva a (11) egyenletet,  $m$ -re negyedfokú egyenlet adódik:

$$\begin{aligned} m^4 R^2 r^2 + m^3 4rR[\cos \varphi(E + F) - H - K] + m^2 [4 \cos^2 \varphi(E - F)^2 - \\ - 8Rr \cos \varphi(H + K) - 4(H - K)^2 + 2R^2 r^2] + \\ - m4Rr[\cos \varphi(E + F) - H - K] + R^2 r^2 = 0. \end{aligned} \quad (11a)$$

A (11a) egyenletből  $m^2$ -et kiemelve, átalakítva és az  $f = m + m^{-1}$  helyettesítés után  $f$ -re másodfokú egyenletet kapunk:

$$\begin{aligned} f^2 R^2 r^2 + f 4Rr[\cos \varphi(E + F) - H - K] + 4 \cos^2 \varphi(E + F)^2 - \\ - 8Rr \cos \varphi(H + K) - 4(H - K)^2 = 0. \end{aligned} \quad (12)$$

A (12) egyenlet diszkriminánsa:

$$D = 16R^2r^2 \{ [\cos \varphi(E + F) - H - K]^2 - \cos^2 \varphi(E - F)^2 - 8Rr \cos \varphi(H + K) - 4(H - K)^2 \}. \quad (13)$$

Elvégezve a kijelölt műveleteket:

$$D = 16r^2R^2[(\zeta_0 + r)^2 + (\eta_0 + r)^2 - 2(\zeta_0 + r)(\eta_0 + r) \cos \varphi] [\eta_0^2 + \zeta_0^2 - 2\eta_0 \zeta_0 \cos \varphi]. \quad (13a)$$

Az 1. ábra alapján:

$$k^2 = (\zeta_0 + r)^2 + (\eta_0 + R)^2 - 2(\zeta_0 + r)(\eta_0 + R) \cos \varphi$$

és

$$c^2 = \eta_0^2 + \zeta_0^2 - 2\eta_0 \zeta_0 \cos \varphi.$$

Ezért a (13a) egyenlet nagyon egyszerűvé válik:

$$D = 16r^2R^2k^2c^2. \quad (13b)$$

A (13b) egyenletet helyettesítve a (12) egyenlet gyökei:

$$f_{1,2} = \frac{-4rR[\cos \varphi(E + F) - H - K] \pm \sqrt{D}}{2R^2r^2}, \quad (14)$$

vagyis

$$f_1 = \frac{(c + k)^2 - R^2 - r^2}{Rr} \quad (14a)$$

és

$$f_2 = \frac{(c - k)^2 - R^2 - r^2}{Rr}. \quad (14b)$$

A (14a) és (14b) egyenletek segítségével a (11a) negyedfokú egyenlet gyökei az

$$m^2 - f_1m + 1 = 0 \quad (15a)$$

és

$$m^2 - f_2m + 1 = 0 \quad (15b)$$

egyenletekből meghatározhatók. Ennek alapján

$$m_{1,2} = \frac{f_1 \pm \sqrt{f_1^2 - 4}}{2} \quad (16a)$$

és

$$m_{3,4} = \frac{f_2 \pm \sqrt{f_2^2 - 4}}{2}. \quad (16b)$$

Ha a (16a), ill. a (16b) egyenletek diszkriminánsa pozitív, akkor az origóból valós, ha negatív, úgy képzetes érintők húzhatók. A korábbi megállapítások szerint egybeeső érintők nem lehetnek. Rendezve a diszkriminánssokra felírható egyenleteket:

$$f_1^2 - 4 = \frac{(c+k+R+r)(c+k-R-r)(c+k-R+r)(c+k+R-r)}{R^2 r^2} \quad (17a)$$

és

$$f_2^2 - 4 = \frac{(c-k-R-r)(c-k+r+R)(c-k+R-r)(c-k-R+r)}{R^2 r^2}. \quad (17b)$$

A (17a), ill. (17b) egyenletek számlálói meghatározzák, hogy mikor nagyobb, ill. mikor kisebb zérusnál az egyenletek bal oldala. A (17a) egyenletnél

$$\left. \begin{aligned} c+k+R+r > 0; \\ c+k-R+r > 0; \\ c+k+R-R > 0 \end{aligned} \right\} \text{mert egy négyszög tetszőleges oldala rövi-} \\ \text{debb a másik három oldal összegénél;} \\ \left. \begin{aligned} c+k-R-r > 0, & \text{ ha } c+k > R+r \\ < 0, & \text{ ha } c+k < R+r. \end{aligned} \right\}$$

Ezért

$$f_1^2 - 4 \begin{cases} > 0, & \text{ha } c+k > R+r; \\ < 0, & \text{ha } c+k < R+r. \end{cases} \quad (18a)$$

$$(18b)$$

A (17b) egyenletnél

$$\left. \begin{aligned} c-k-R-r < 0 \\ c-k+R+r > 0 \end{aligned} \right\} \text{mert egy négyszög tetszőleges oldala rövi-} \\ \text{debb a másik három oldalhossz összegénél;} \\ c-k-R+r < 0, \quad \text{mert } c-k < 0 (c < k) \\ \text{és } -R+r < 0 (R > r);$$

$$\left. \begin{aligned} c-k+R-r > 0, & \text{ ha } |c-k| < |R-r| \\ < 0, & \text{ ha } |c-k| > |R-r|. \end{aligned} \right\}$$

Ezért

$$f_2^2 - 4 \begin{cases} > 0, & \text{ha } |c-k| < |R-r|; \\ < 0, & \text{ha } |c-k| > |R-r|. \end{cases} \quad (19a)$$

$$(19b)$$

Az origóból húzható érintők tehát a (18a), (18b), és a (19a), (19b) egyenlőtlenségekkel:

$$f_1^2 - 4 > 0, f_2^2 - 4 > 0, c+k > R+r \text{ és } |c-k| < |R-r|: \text{négy valós érintő}; \quad (20)$$

$$f_1^2 - 4 < 0, f_2^2 - 4 < 0, c+k < R+r \text{ és } |c-k| < |R-r|: \text{négy képzetes érintő}; \quad (21)$$

$f_1^2 - 4 < 0, f_2^2 - 4 < 0, c + k > R + r$  és  $|c - k| > |R - r|$ : két valós, két képzetes érintő; (22a)

$f_1^2 - 4 < 0, f_2^2 - 4 > 0, c + k < R + r$  és  $|c - k| < |R - r|$ : két képzetes, két valós érintő. (22b)

#### IV. A valós és képzetes érintők létezéséből levonható következtetések

Vizsgáljuk meg, hogy milyen feltételek mellett teljesülhetnek a (20), (21) és a (22a), (22b) egyenlőtlenség-párok? Mithogy  $k > r, R, c$  és  $R > r$  már csak a következő változatok lehetségesek, nevezetesen

a)  $r < R < c < k$  vagy  $r < c < R < k$ : a legrövidebb és leghosszabb tag egymás mellett van;

b)  $c < r < R < k$ : a legrövidebb és leghosszabb tag egymással szemben van.

Bevezetve az  $l_{\max} + l_{\min} = U$  és a másik két taghossz összegét kifejező  $Z$  jelölést, a (20), (21) és a (22a), (22b) egyenlőtlenség-párok teljesülése az  $U > Z$ , az  $U = Z$  és az  $U < Z$  feltételek mellett vizsgálható.

A (20), (21), ill. a (22a), (22b) egyenlőtlenség-párok bármelyikének teljesülése duplapont nélküli középpontgörbére utal, mert csak hatodosztályú ( $m = 6$ ) görbe esetén húzható az origóból négy érintő. Valóban az I. táblázat  $U = Z$ -vel jelzett oszlopában nem teljesülnek az említett egyenlőtlenségek, ez tehát a duplapont létezésének feltétele.

Az  $U < Z$  esetben az 1, ill. 2 sorokban levő (15), ill. (16) egyenlőtlenség-párok teljesülnek. A középpontgörbe pontjai két pontsoporra oszlanak és attól függően, hogy az origó melyikhez tartozik, a rajta keresztül húzott érintők valósak, ill. képzetesek. A középpontgörbe tehát kétmenetes. A két

I. táblázat

Sor-szám	Hatodosztályú középpontgörbe origón átmenő érintői (az origóhoz húzott érintő kivételével)		
1.	$f_1^2 - 4 > 0; f_2^2 - 4 > 0$	4 valós érintő	$c + k > R + r;$ $ c - k  <  R - r $
2.	$f_1^2 - 4 < 0; f_2^2 - 4 < 0$	4 képzetes érintő	$c + k < R + r;$ $ c - k  >  R - r $
3.	$f_1^2 - 4 > 0; f_2^2 - 4 < 0$	2 valós és 2 képzetes érintő	$c + k > R + r;$ $ c - k  >  R - r $
4.	$f_1^2 - 4 < 0; f_2^2 - 4 > 0$	2 képzetes és 2 valós érintő	$c + k < R + r;$ $ c - k  <  R - r $



menet egyike a végesben zárt. Ezt a menetet metsző tetszőleges egyenes nem lehet valós érintője a görbe más pontjának, mert ekkor a görbének és az egyenesnek négy közös valós pontja lenne. Minthogy a középpontgörbének egy valós végtelen távoli pontja és egy valós aszimptótája van, a másik menete a görbének nem lehet végesben zárt. A végesben zárt menet nem metszheti, így a másik menet szükségszerűen metszi az aszimptótát. Ennek következtében ezen a részen három valós inflexiós pontnak kell lenni. Minthogy a valós inflexiók száma legfeljebb három, a végesben zárt meneten inflexiós pont nincs. A harmadrendű görbe végesben zárt menetét párosnak, a másik menetet páratlanak nevezve az I. táblázat alapján megállapítható, hogy a (20) egyenlőtlenség-pár teljesülése esetén az origó a páratlan meneten (a táblázat 1. sora), a (21) egyenlőtlenség-pár teljesülése esetén pedig az origó a páros meneten (a táblázat 2. sora) van. Mindkét esetben a minimális hosszúságú rúd húrja az oválisnak (a páros menetek).

Az I. táblázat 3. sora, vagyis a (22a) egyenlőtlenség-pár mind az *a*), mind a *b*) esetben teljesül, ha  $U > Z$ . A középpontgörbe duplapont nélküli, egymenetes. Az aszimptota egyszer metszi a görbét, amelynek így három valós inflexiós pontja van. [5]. A görbét az jellemzi, hogy a pólusnégyszögben a *k* jelű – maximális hosszúságú – rúdnál a középpontgörbének belső íve nem lehet, ellenkező esetben a görbe többször metszené az aszimptótát. Ennek alapján a görbe felvázolható.

Az I. táblázat 4. sora soha nem teljesülhet, így a (22b) egyenlőtlenség-pár ki nem elégíthető feltétel.

A (10) egyenlet diszkriminánsa a duplapont esetében is zérus, tehát a (17a) és (17b) egyenletek zérus-értéke (minthogy kettős érintője harmadrendű görbének nem lehet) a duplaponton átmenő egyenest határozza meg. Ekkor a görbe negyedosztályú ( $m = 4$ ).

Duplaponttal rendelkező görbe esetén

$U > Z$		$U = Z$		$U < Z$		Mikor teljesülhet az eset?	A középpontgörbe jellege
<i>a</i> )	<i>b</i> )	<i>a</i> )	<i>b</i> )	<i>a</i>	<i>b</i> )		
+ -	+ -	+ -	- -	$\boxed{+ +}$	- -	$U < Z$ és <i>a</i> ) esetben	Kétmenetes
- -	- -	- -	- +	- -	$\boxed{+ +}$	$U < Z$ és <i>b</i> ) esetben	
$\boxed{+ +}$	$\boxed{+ +}$	+ -	- +	+ -	- +	$U > Z$ , valamint <i>a</i> ) és <i>b</i> ) esetben	Egymenetes
- -	- -	- -	- -	- +	+ -	Soha nem teljesül	-

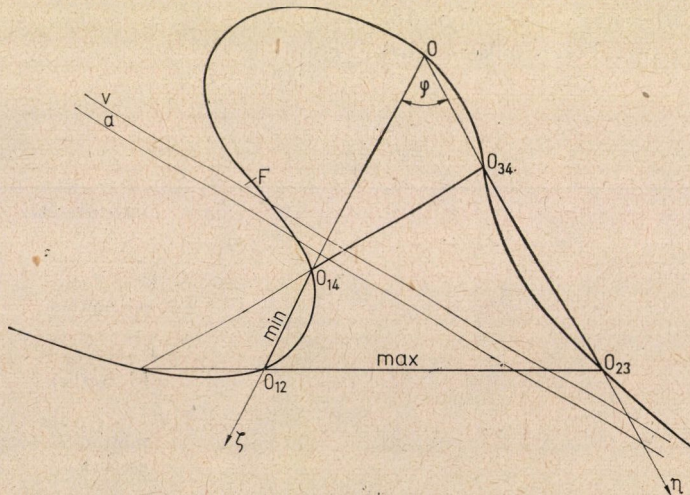
Sorszám	Negyedostályú középpontgörbe duplapontja és az origón átmenő érintői (az origóhoz húzott érintők kivételével)		
1.	$f_1^2 - 4 = 0; f_2^2 - 4 > 0$	Duplapont és 2 valós érintő	$c + k = R + r;$ $ c - k  <  R - r $
2.	$f_1^2 - 4 > 0; f_2^2 - 4 = 0$	2 valós érintő és duplapont	$c + k > R + r;$ $ c - k  =  R - r $
3.	$f_1^2 - 4 = 0; f_2^2 - 4 < 0$	Duplapont és 2 képzetes érintő	$c + k = R + r;$ $ c - k  >  R - r $
4.	$f_1^2 - 4 < 0; f_2^2 - 4 = 0$	2 képzetes érintő és duplapont	$c + k < R + r;$ $ c - k  =  R - r $

$f_1^2 - 4 = 0, f_2^2 - 4 > 0, c + k = R + r$  és  $|c - k| < |R - r|$ : duplapont, két valós érintő; (23)

$f_1^2 - 4 > 0, f_2^2 - 4 = 0, c + k > R + r$  és  $|c - k| = |R - r|$ : két valós érintő, duplapont; (23a)

$f_1^2 - 4 = 0, f_2^2 - 4 < 0, c + k = R + r$  és  $|c - k| > |R - r|$ : duplapont, két képzetes érintő; (24)

$f_1^2 - 4 < 0, f_2^2 - 4 = 0, c + k < R + r$  és  $|c - k| = |R - r|$ : két képzetes érintő, duplapont. (24a)



3a. ábra

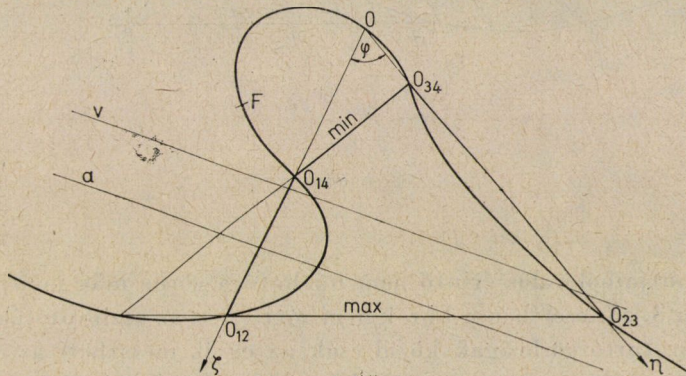
$U > Z$		$U = Z$		$U < Z$		Mikor teljesülhet az eset?	A középpontgörbe jellege
a)	b)	a)	b)	a)	b)		
--	--	--	+ -	- +	--	Soha nem teljesül	--
+ -	+ -	$\boxed{+ +}$	--	+ -	--	$U = Z$ és a) esetben	Egy- menetes
-- +	-- +	--	$\boxed{+ +}$	--	- +	$U = Z$ és b) esetben	Egy dupla- ponttal
--	--	- +	--	--	+ -	Soha nem teljesül	--

A (23), (23a), (24) és (24a) egyenlőtlenség teljesülését megvizsgálva és az eredményeket a II. táblázatban összefoglalva megállapítható, hogy a (23a) egyenlőtlenségpár (2. sor) az  $U = Z$  a) feltétele, a (24) egyenlőtlenség-pár pedig (3. sor) az  $U = Z$  b) feltétele mellett; a (23), ill. (24a) egyenlőtlenség-párok viszont soha nem teljesülhetnek.

A II. táblázat sorainak értékelése a következő megállapításokra vezet:

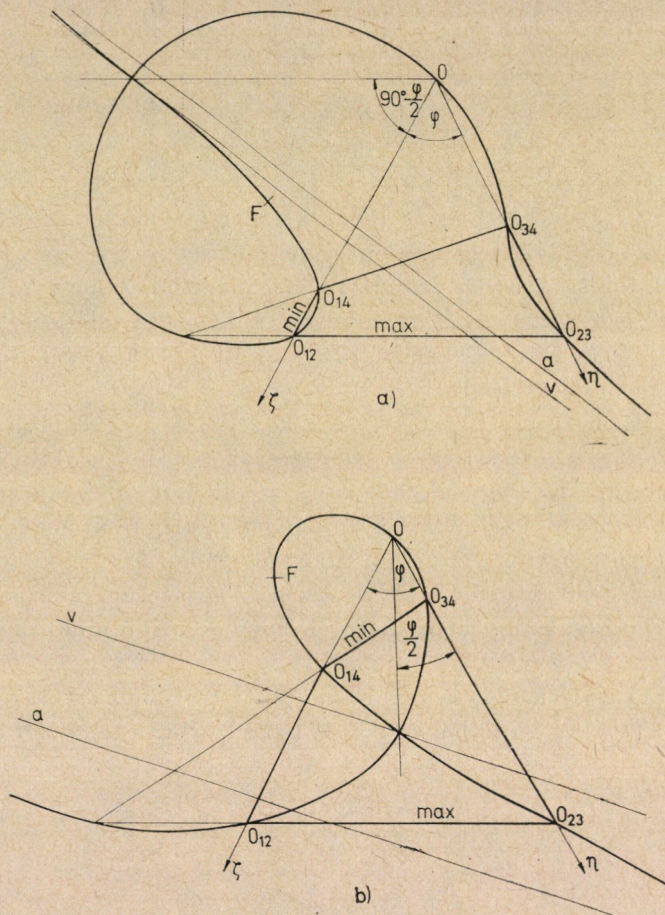
A 2. sor, vagyis a (23a) egyenlőtlenség-pár esetében a (14b) egyenletből  $f_2 = -2$ . Ezzel a (16b) egyenletből  $m_{3,4} = -1$ . Ezt a 2. ábrán felrajzolt koordináta rendszerben értelmezve, a duplapont az origón átmenő,  $(90^\circ - \varphi/2)$  hajlásszögű egyenesen van. Az origón ezen túlmenően két — az origóval nem egybeeső — valós pont érintője halad át (az  $m = 4$  összefüggéssel összhangban). A két valós érintő csak úgy képzelhető el, hogy az origó nincs rajta a hurokrészen.

A 3. sor, vagyis a (24) egyenlőtlenség-pár esetében a (14a) egyenletből  $f_1 = 2$ . Ezzel a (16a) egyenletből  $m_{1,2} = 1$ . Ezt a 2. ábrán felrajzolt koordináta-



3b. ábra

rendszerben értelmezve, a duplapont az origón átmenő,  $\varphi/2$  hajlásszögű egyenesen van. Az origón ezen túlmenően (az origóban húzott érintőt leszámítva) két képzetes érintő halad át (az  $m = 4$  összefüggéssel összhangban). A két képzetes érintő mutatja, hogy az origónak rajta kell lenni a hurok-részen.



4. ábra

A hurok pontjaiból valós érintő nem húzható a görbe más pontjaihoz. Mind a 2., mind a 3. sor esetében a hurok nem metszheti az aszimptótákat, és mivel a végtelenbe tartó görbeágak közül csak az egyik metszheti az aszimptótát, a görbének csak egy valós inflexiója lehet. Ugyancsak mindkét esetben (2. és 3. sor) a minimális hosszúságú pólusnégyeszőg-oldal húrja a huroknak.

## V. A középpontgörbe alakhű felvázolása

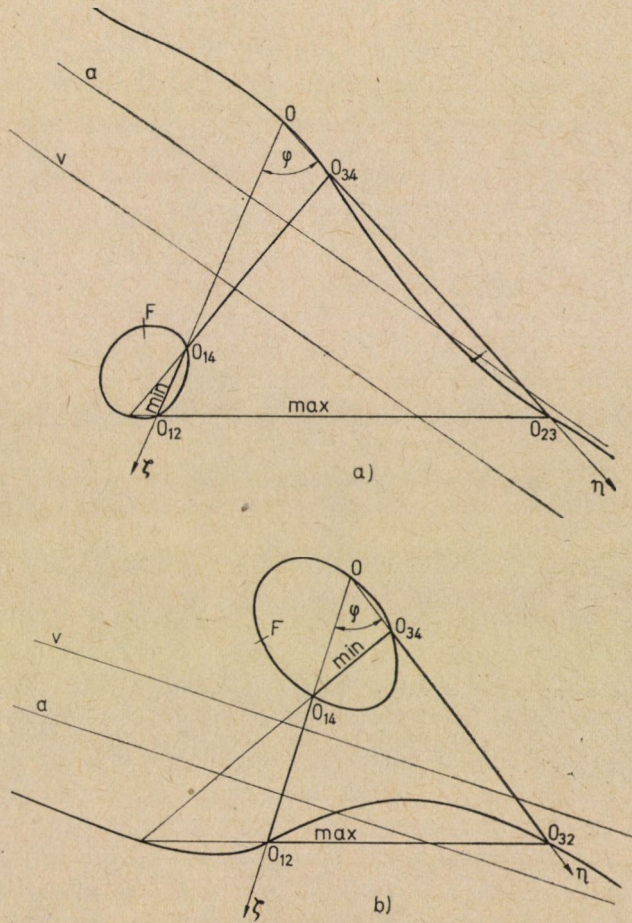
A közölteket összefoglalva a következő vázlatkészítési sorrend javasolható:

Kiszámítandó a  $k$ ,  $R$ ,  $r$  és  $c$  értékekkel  $U$  és  $Z$ ; ha

$U > Z$ , akkor a középpontgörbe egymenetes,

$U = Z$ , akkor a középpontgörbe hurkolt,

$U < Z$ , akkor a középpontgörbe kétmenetes.



5. ábra

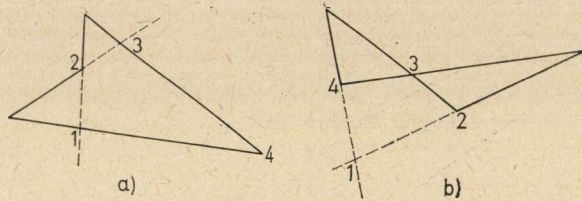
Megállapítandó, hogy a pólusnégyszög leghosszabb és legrövidebb oldala egymás mellett (3a., 4a. és 5a. ábra) vagy egymással szemben van (3b., 4b. és 5b. ábra).

Ezután a középpontgörbe a 3., 4. ill. 5. ábrák szerint vázolható.

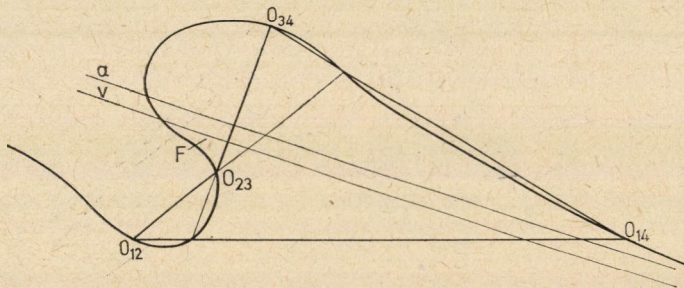
Bármilyen típusú is a középpontgörbe, a pólusnégyszögön belül levő részei mindig a pólusnégyszög szemben fekvő oldalaihoz — mint húrhoz — tartoznak.

$U > Z$  (3a. és 3b. ábra). Mindkét változat jellemzője, hogy a maximális pólusnégyyszög-oldalnál a középpontgörbének belső íve nincs

$U = Z$  (4a. és 4b. ábra). Ha az origó nem pontja a huroknak, úgy a duplapont a  $-(90^\circ - \varphi/2)$  hajlásszögű egyenesen van. Ha az origó pontja a huroknak, úgy a duplapont a  $\varphi/2$  hajlásszögű egyenesen van. Mindkét esetben a mini-



6. ábra



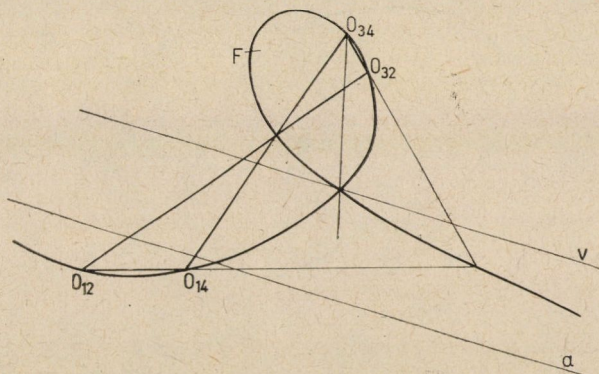
7. ábra

mális pólusnégyyszög-oldal húrja a huroknak. A duplapont a göbe középvonalán is rajta van.

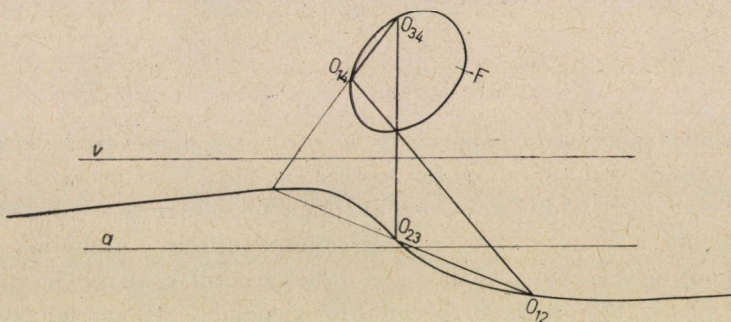
$U < Z$ . Ha az origó nincs rajta az oválison, akkor az (5a. ábra), ha az origó rajta van az oválison, úgy az (5b. ábra) esetével állunk szemben. Mindkét esetben a minimális pólusnégyyszög-oldal húrja az oválisnak, és a pólusnégyyszög szemben levő oldalainak metszéspontjai nem lehetnek ugyanazon a meneten.

Az eddigi vizsgálatoknál a pólusnégyyszög konvex volt. Meg kell vizsgálni, hogyan alkalmazhatók a felsorolt szabályok nem konvex négyszögekre, amelyek két típusa a 6. ábrán látható. A pólusnégyyszög oldalegyenesei mindig egy konvex négyszöget is határolnak (1, 2, 3, 4). Erre a konvex négyszögre alkalmazva a leírt eljárást, a középpontgörbe alakja helyesen adódik (7., 8. és 9. ábra).

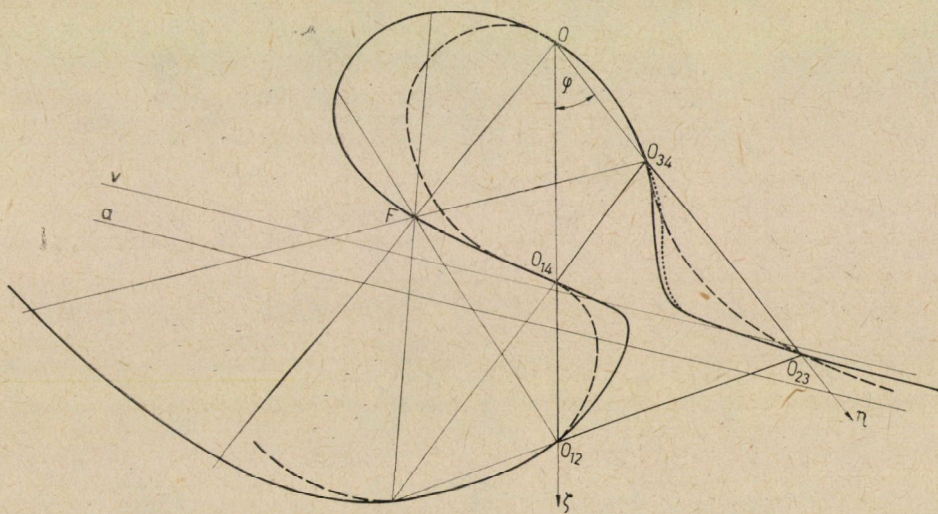
Bármilyen alakú is a pólusnégyyszög, elégséges a középpontgörbe alakhúvázlatának elkészítéséhez. Egyszerű módszerrel megszerkesztve a középpontgörbe néhány további pontját, a vázlat csak kis mértékben tér el a pontos görbétől.



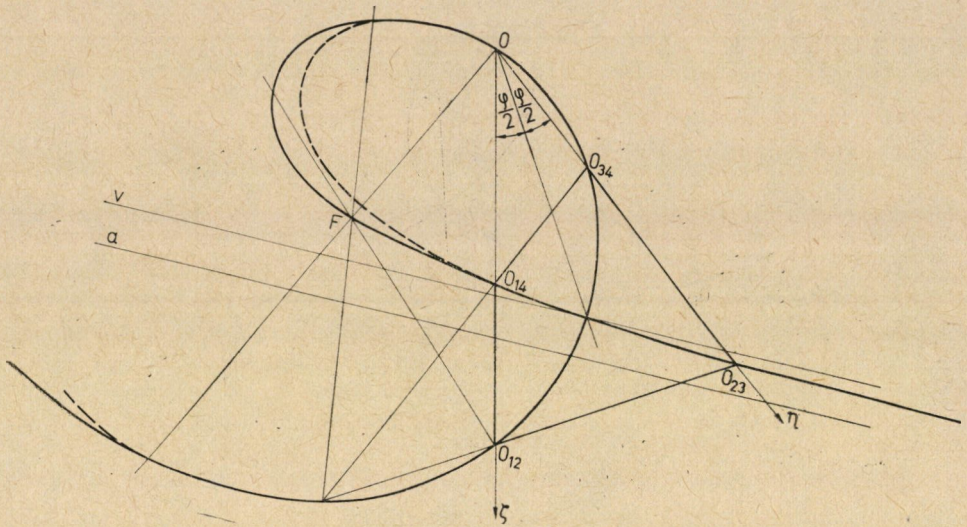
8. ábra



9. ábra

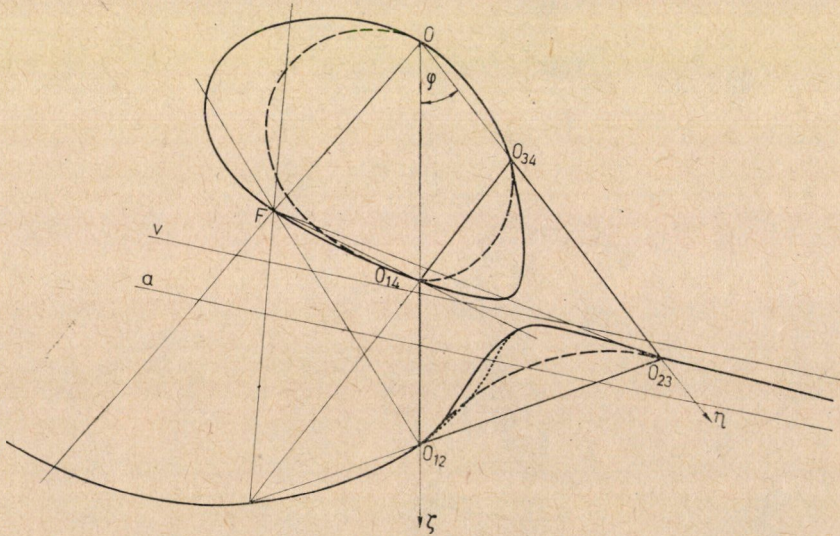


10. ábra



11. ábra

Ehhez a kiinduló pólusnéyszög segítségével megszerkeszthető a fókusz ( $F$ ), a középvonal ( $v$ ) és az aszimptota ( $a$ ) [4]. A pólusnéyszög-oldalak képezte teljes négy oldal hat szögpontját a fókusszal összekötve és ezeken az egyeneseken a szögpontokat a középvonalra tükrözve újabb hat pont adódik. E 12 ponton át rajzolt vázlat a pontos görbétől csak kis mértékben tér el. A 10., 11. és 12. ábrákon folyamatos vonallal e 12 ponton átmenő vázlat látható. Ettől nagymértékben eltérhet, de jelleg szerint azonos a (szaggatott



12. ábra



vonallal rajzolt) hat ponton átmenő vázlat. A pontos görbe ama részei, amelyek a 12 ponton átmenő vázlattól eltérnek, pontokból álló vonallal látszanak. Tovább növelhető a pontosság, ha mindhárom pólusnégyszög és valamennyi  $\pi$  pont felhasználható. Ekkor 12 tükrözhető pontja ismeretes a középpontgörbének, így a szokásos szerkesztési módszerekkel szükségtelen további pontok meghatározása.

#### IRODALOM

1. Артоболевский, И. Ц.—Левитский, Н. И.—Черкувинов, С. Д.: Синтез плоских механизмов. Государственное издательство Физико—математической литературы, Москва 1959.
2. BEYER, R.: Kinematische Getriebesynthese. Springer Verlag, Berlin 1953.
3. Черкувинов, С. А.: Синтез плоских шарнирных механизмов. Издательство Академии наук СССР, Москва 1959.
4. Геронимус, И. Л.: Геометрический аппарат теории синтеза плоских механизмов. Государственное издательство Физико—Математической литературы, Москва 1962.
5. PRIMOSE, E. I.: Plane Algebraic Curves. MacMillan, London 1955.
6. SALMON, G.: A Treatise on the Higher Plane Curves. University Press, Dublin 1852.
7. SÁLYI, I. IFJ.: Mechanizmusok interpolációs tervező módszerének különleges esetei. *A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem magyar nyelvű közleményei* 12 (1963).
8. TERPLÁN, Z.: Mechanizmusok. Tankönyvkiadó, Budapest 1959.

**Formgetrene Skizzierung der Mittelpunktskurve.** Die Bestimmung der Mittelpunktskurve beansprucht sowohl zeichnerisch als auch rechnerisch viel Arbeit (bei maschineller Rechnung bedeutet die verminderte Arbeitszeit Kostenersparnis). In der Arbeit beschreibt der Verfasser eine Methode, mit deren Hilfe die Skizze der formgetreuen Mittelpunktskurve einfach, mit Hilfe von wenigen Ausgangsdaten angefertigt werden kann. Die endgültige Konstruktion bzw. Berechnung muß hiernach nur in dem Bereich durchgeführt werden, wo eine Lösung zu erwarten ist. Die Skizze beseitigt die Unsicherheit in der Reihenfolge der Verbindung der zur Verfügung stehenden Punkte und kann zur Durchführung der eventuell notwendigen und möglichen Änderungen der Ausgangsdaten verwendet werden.

**Conformal Sketching of the Centre Curve.** The determination of the centre curve is a labour-absorbing procedure when made by a designing method or calculation (with a computer the reduction of the working time means saving of costs). The author in the paper presents a method for preparing the true-to-shape sketch of the centre curve from a few basic data. The final tracing or calculation is needed afterwards only in the range where a solution is expected. The sketch does away with the uncertainty in the sequential order of connecting the available points and can be used for carrying out the possibly needed and possible changes in the basic data.



# VÁLTOZÓ TERHELÉSŰ LENYESETT PROFILÚ HENGERESKERÉKPÁROK SZÁMÍTÁSA

BOTKA IMRE és ERNEY GYÖRGY

[Beérkezett 1968. szeptember 23-án]

A tanulmány a változó igénybevételű, lenyezett profilú fogaskerékpárok szilárdsági ellenőrzésének menetét ismerteti, figyelembe véve a kapcsolóhossz változását a terhelés függvényében, és egy vasúti traktiós fogaskerék-hajtás példáján mutatja be ennek gyakorlati alkalmazását.

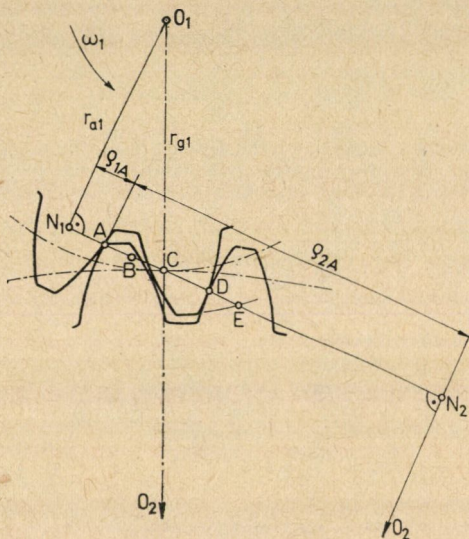
## Jelölések

$a$	tengelytáv;
$b$	fogszélesség;
$b'$	működő fogszélesség;
$e$	= $\overline{AE}$ , kapcsolóhossz (teljes);
$e'$	= $\overline{A'E'}$ , megváltozott kapcsolóhossz;
$e_L$	= $L_1L_2$ , lenyezett kapcsolóhossz;
$\Delta e$	= $e - e_L$ , kapcsolóhossz-különbség;
$\Delta e'$	= $e' - e_L$ , kapcsolóhosszváltozás;
$n, n'$	fordulatszám;
$p_n$	vonalnyomás (teljes);
$p_{nL}$	vonalnyomás az $L$ lenyeseési pontban;
$t_a$	alaposztás;
$A, B, C, D, E$	kapcsolópontok a kapcsolóvonalon;
$A', B', D', E'$	megváltozott kapcsolópontok;
$C_L$	= $e_L/t_a$ , a lenyezett kapcsolóhossz meghatározásához használt viszony- szám;
$F, F'$	kerületi erő;
$F_{\max}$	maximális fellépő kerületi erő;
$F_n, F'_n$	fognyomás;
$L_1, L_2$	lenyeseési pontok;
$\alpha_g$	kapcsolószög;
$\varepsilon$	= $e/t_a$ , kapcsolószám (teljes);
$\kappa$	viszonyszám a lenyeseés mértékének kiszámításához;
$\varrho_1, \varrho_2$	a kiskerék és a nagykerék fogprofiljának görbületi sugara; az index további jelei mutatják, hogy mely kapcsolópontoz tartozó görbületi sugárról van szó (pl. $\varrho_{2A}$ a nagykerék profilgörbületi sugara az $A$ kapcsolópontban).

## I. Bevezetés

A fogaskerekek teherbírásának számítására az újabb időkben többfajta módszer terjedt el. Ezeknek lényege az, hogy egyenesfogú kerek esetében a geometriai méretek alapján először is meghatározzák a kapcsolódó kerek fejkörei által meghatározott  $A$  és  $E$  határpontokkal jellemzett kapcsolóhosszt, valamint az egyfogpárkapcsolásnak az alaposztással meghatározott

$B$  és  $D$  határpontjait, továbbá a kapcsolás  $C$  főpontját (1. ábra). Ezt követően felületi igénybevétel (palástnyomás) szempontjából a  $B$  kapcsolási helyzetben, vagyis hajtó kiskerék esetében az egyfogpárkapcsolás kezdőpontjában kiszámított Hertz-féle feszültséget hasonlítják össze a Hertz-feszültség kifáradási határával, illetve ugyanezt teszik a palástnyomással. Fogtőigénybevétel szempontjából a kis kereket a  $D$  pontban — az egyfogpárkapcsolás végpontjában — támadó, a nagy kereket pedig a  $B$  pontban fellépő  $F_n = F/\cos \alpha_g$



1. ábra. Kapcsolódó fogaskerékpár lényeges kapcsolópontjai ( $A$  és  $E$  a kapcsolás határpontjai a kapcsolóvonalon,  $B$  és  $D$  az egyfogpárkapcsolás szakaszának határpontjai,  $C$  a kapcsolás főpontja)

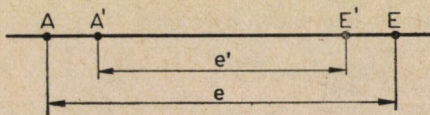
fognyomással méretezik, a  $D$ , ill.  $B$  pontoknak megfelelő fogalaktényezővel. Itt  $F$  a számított kerületi erő és  $\alpha_g$  a fogaskerékpár kapcsolószöge. Berágódás szempontjából pedig vagy kiszámítják a berágódási hajlamra jellemző kontakt-hőmérsékletet a  $B$  és  $D$  kapcsolópontokban, például DUDLEY [2], ill. DUDLEY és WINTER [3] szerint, valamint összehasonlítják az olajra megadott határhőmérséklettel; vagy pedig NIEMANN [5] szerint kiszámítják a berágódás biztonsági tényezőjét a  $\overline{BC}$ , ill.  $\overline{CD}$  kapcsolószakaszokban.

Lenyesett fejprofilú fogaskerékpároknál ez a számítási mód csak akkor helyes, ha a fogaskerékpár terhelése és fordulatszáma állandó. Vannak azonban olyan fogaskerékpárok, amelyeknek terhelése és fordulatszáma az üzem természetéből adódóan változik. Ilyenek például a villamos erőátvitelű mozdonyok lenyesett fejprofilú trakciós fogaskerekei, amelyeknek fordulatszáma az indítás pillanatától a maximális sebesség eléréséig növekszik, közben pedig az  $F_n$  fognyomás az indító vonóerőnek megfelelő értékről folytonosan csökken.

Ugyanez az eset a hidrodinamikus nyomatékvtóval működő sebességváltók turbínatengelyéről hajtott lenyesett fejprofilú fogaskerekeknél is. Ilyenfajta fogaskerekek teherbírásának számításakor a következő gondolatmenetet kell követni.

## II. Az $e$ kapcsolóhossz változása a terheléssel

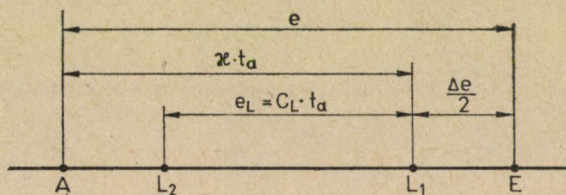
Az egymással párosított fogaskerekek kapcsolóvonalán a fejkörök által kimetszett  $e = \overline{AE}$  teljes kapcsolóhossz a fogprofilok fejrészeinek lenyesése következtében kisebb terhelésnél nem jut érvényre, hanem a terheléstől és



2. ábra. Az  $e$  kapcsolóhossz rövidülése

a lenyesés alakjától függően egy ennél kisebb  $e' = \overline{A'E'}$  kapcsolóhossz alakul ki (2. ábra). Ez a kapcsolóhossz-változás a következőképpen függ össze a lenyeséssel és a terheléssel:

A fogprofil fejlenyesése a profil  $L$  pontjából indul ki; ezt a pontot *lenyesési határpontnak* nevezzük, az  $L$  ponton átmenő kört pedig *lenyesési határkörnek*. Két kapcsolódó kerék esetén  $L_1$ -gyel jelöljük a kiskerék, és  $L_2$ -vel a nagykerék lenyesési határkörével a kapcsolóvonalon, az  $e$  kapcsolóhosszon belül kimetszett pontokat, a lenyesési pontokat. Az  $\overline{L_1L_2} = e_L$  távolságot *lenyesett kapcsolóhossznak* nevezzük (3. ábra).



3. ábra. Az  $L_1$  és  $L_2$  lenyesési pontok a kapcsolóvonalon ( $e_L$  a lenyesett kapcsolóhossz)

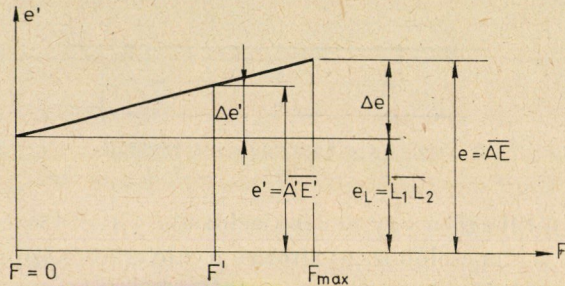
A fogaskerekek lenyesését úgy számítjuk, hogy a legnagyobb fellépő  $F_{\max}$  kerületi erő hatására a fogak kapcsolódása a teljes  $e = \overline{AE}$  kapcsolóhosszra kiterjedjen. Viszont üresjárásban a kapcsolódás csak az  $e_L = \overline{L_1L_2}$  lenyesett kapcsolóhosszon megy végbe.

Tehát  $F = 0$  esetében  $e' = e_L = \overline{L_1L_2}$  és  $F = F_{\max}$  esetében  $e' = e = \overline{AE} = \varepsilon \cdot t_a$ , ahol  $\varepsilon$  a kapcsolószám és  $t_a$  az alaposztás.

Annak eldöntésére, hogy  $e$  két határérték közötti terheléseknél hogyan változik az  $e' = \overline{A'E'}$  kapcsolóhossz, kísérleteket végeztünk. A fogfelületeket

vékony réteggel befestettük és megszáradni hagytuk. Azután terhelés nélkül (üresjárásban) járatuk a fogaskerékpárt. Leállítás után észleltük, hogy a lenyesetlen profilrészek kifényesedtek, viszont a lenyesett profilrészen a festék érintetlenül maradt. Ezután 1/4, 1/2, 3/4 és 4/4 terhelésekkel járatuk a hajtóművet, és minden terhelési fokozat után megállva megvizsgáltuk a festékkopás mértékét a fogakon. Ily módon azt találtuk, hogy az  $e'$  kapcsolóhossz szinte pontosan arányosan változik az  $F'$  terheléssel, azaz

$$\frac{\Delta e'}{F'} = \frac{\Delta e}{F_{\max}} \quad (1)$$



4. ábra. A kapcsolóhossz változása a terheléssel; az ábrán lineáris összefüggés látható

Hogy ez a lineáris összefüggés mennyire valósul meg valamilyen adott esetben, az természetesen a lenyesés módjától, alakjától függ.

A 4. ábrából látható, hogy lineáris kapcsolóhossz-változás esetében valamilyen  $F'$  terhelési fokozatban megváltozott kapcsolóhossz:

$$e' = \overline{A'E'} = e_L + \Delta e'.$$

Ebbe az (1) egyenlet szerinti kapcsolóhossz-változást behelyettesítve:

$$e' = e_L + \frac{F'}{F_{\max}} \cdot \Delta e.$$

Viszont a kapcsolóhossz-különbség:

$$\Delta e = \overline{AE} - \overline{L_1 L_2} = e - e_L,$$

úgyhogy

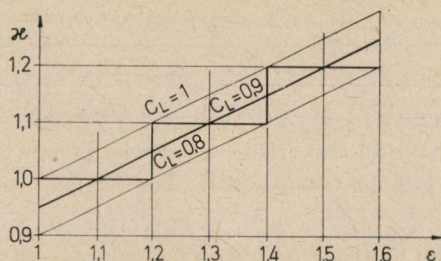
$$e' = \overline{A'E'} = e_L + \frac{F'}{F_{\max}} \cdot (e - e_L). \quad (2)$$

Az  $L_1$  és  $L_2$  lenyesési pontokat a kapcsolóhossz  $A$  és  $E$  határpontjaihoz képest szimmetrikusan lehet felvenni a kapcsolóvonalon, tehát  $\overline{AL_1} = \overline{L_2 E}$ .

Ez a  $t_a$  alaposztással egyenlő vagy annál nagyobb. Felvehetjük pl., hogy  $\overline{AL}_1 = \overline{L}_2\overline{E} = \kappa \cdot t_a$  (3. ábra), ahol  $\kappa$  az  $\varepsilon = e/t_a$  kapcsolószámától függően 1 és 1,2 közötti érték, éspedig úgy, hogy  $\varepsilon \leq 1,2$  esetében  $\kappa = 1$ ;  $1,2 < \varepsilon < 1,4$  esetében  $\kappa = 1,1$  és  $\varepsilon \geq 1,4$  esetében  $\kappa = 1,2$  legyen [4].

Eljárhatunk azonban úgy is, hogy az  $e_L = \overline{L}_1\overline{L}_2$  lenyesett kapcsolóhosszt az alaposztás meghatározott hányadában vesszük fel, tehát hogy  $e_L = C_L \cdot t_a$ , ahol  $C_L = 0,8 \sim 1$  közötti érték [1].

A kétfajta módon megállapított  $\kappa$  értékeket az 5. ábrán tüntettük fel az  $\varepsilon$  kapcsolószám függvényében. A  $\kappa$  lépcsőzetes értékeivel szemben  $C_L =$  állandó értékkel ferde egyenest kapunk. A  $C_L = 0,9$  jó közéértéknek látszik.



5. ábra. A lenyesett kapcsolóhossz és az  $\varepsilon$  kapcsolószám összefüggése

Ha különös súlyt helyezünk arra, hogy a fogaskerek kis terheléseknél is nyugodtan járjanak, akkor  $C_L = 1$ -et ajánlatos választani.

Az  $e_L = C_L \cdot t_a$  összefüggés bevezetésével

$$\begin{aligned} e' = \overline{A'E'} &= C_L \cdot t_a + \frac{F'}{F_{\max}} \cdot (\varepsilon \cdot t_a - C_L \cdot t_a) = \\ &= t_a \cdot \left[ C_L + \frac{F'}{F_{\max}} \cdot (\varepsilon - C_L) \right]. \end{aligned} \quad (3)$$

Ha tehát az egyes terhelési fokozatokban — a hozzájuk tartozó  $n'$  fordulatszámoknak megfelelően — meghatározzuk az  $F'_n$  fognyomást, illetve az  $F'$  kerületi erőt, akkor az ennek megfelelően megváltozott  $e'$  kapcsolóhosszt minden terhelési fokozatra kiszámíthatjuk.

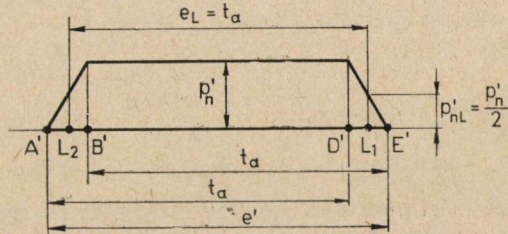
### III. Az egyfogpárkapcsolás $\overline{BD}$ szakaszának változása a terheléssel

Lenyesett egyenes fogú fogakerékpárok  $b$  fogszélességének hosszegységére eső  $F_n$  fognyomás, az ún. vonalnyomás ( $p_n = F_n/b$ ) az egyfogpárkapcsolás  $\overline{BD}$  szakaszán belül állandó. SCHLAF vizsgálatai [6] kimutatták, hogy evolvensprofilú fogfejlenyesés esetén, ha  $C_L = 1$ , vagyis  $e_L = t_a$ , akkor a vonalnyomás

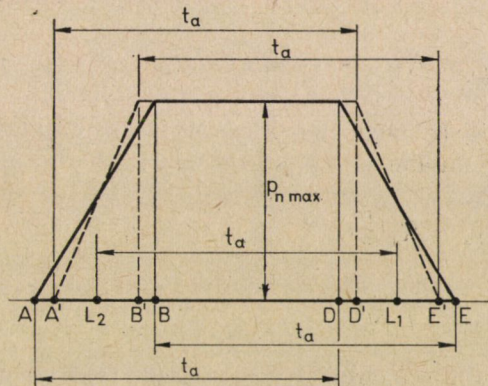




A fogaskerékpár teherbírásának számításakor a kapcsolóhossz-változást figyelembe kell venni. A berágódási teherbírást az első esetben nem elég a  $B'$  és  $D'$  pontokra megvizsgálni, hanem a számítást el kell végezni az  $L_1$  és  $L_2$  lenyесési pontokra is, mert előfordulhat, hogy habár az itt fellépő  $p_{nL}$  vonal-



8. ábra. A  $p'_n$  vonalnyomás lefolyása részterhelésnél



9. ábra A  $p_n$  vonalnyomás túlságosan nagy lenyесési foghézagnál

nyomás kisebb az egyfogpárkapcsolás  $B'D'$  szakaszán fellépő teljes  $p_n$  vonalnyomásnál, itt mégis magasabb kontakt-hőmérséklet áll elő a nagyobb csúszósebesség, illetve a berágódási teherbírás szempontjából döntő  $e_{max}$  távolságnak — a szélső kapcsolópontnak a  $C$  fő ponttól számított távolságának — nagyobb volta miatt. Az  $L_1$  és  $L_2$  lenyесési pontokban ilyenkor a fogtőigénybevétel  $S_B$  és a palástnyomás  $S_G$  biztonságát felesleges vizsgálni, mivel azok a  $p_{nL}$  csökkent értéke miatt mindig nagyobbak, mint a  $B'$ , ill. a  $D'$  pontokban.

Ha a lenyесés legnagyobb értéke a fogprofilok fejkörpontjaiban — a lenyесési foghézag — nagyobb, mint az  $F_{max}$ -nak megfelelő fogdeformáció, akkor a maximális  $p_{n max}$  vonalnyomásnál nem alakul ki a fejköri kapcsolópontoknak megfelelő teljes  $e = \overline{AE}$  kapcsolóhossz, hanem egy annál rövidebb  $\overline{A'E'}$  hossz (9. ábra). Ekkor azonban  $\overline{B'D'} > \overline{BD}$ , és a  $B'$  pontban nagyobb a Hertz-feszültség, mint a  $B$  pontban. A fogtőigénybevételek is megnőnek a  $B'$  és  $D'$  pontokban.

## IV. Görbületi sugarak a B' és D' kapcsolópontokban

A fogak felületi igénybevételénél (palástnyomásánál) fontos szerepet játszó görbületi sugarakat a kapcsolat említett jellemző pontjaiban az 1. és a 7. ábra egybevetéséből  $C_L = 1$  esetre az ismertetett összefüggések segítségével a következőképpen számíthatjuk:

A 3. ábra szerint

$$\overline{AL_1} = \overline{L_2E} = \frac{e + e_L}{2} = \frac{\varepsilon + C_L}{2} \cdot t_a = \frac{\varepsilon + 1}{2} \cdot t_a, \quad (5a)$$

tehát az  $L_1$  lenyesési pontnak megfelelő görbületi sugarak:

$$\varrho_{2L1} = \overline{L_1N_2} = \overline{AN_2} - \overline{AL_1} = \varrho_{2A} - \frac{\varepsilon + 1}{2} \cdot t_a \quad (5b)$$

és

$$\varrho_{1L1} = \overline{N_1L_1} = a \cdot \sin \alpha_g - \varrho_{2L1}, \quad (5c)$$

ahol  $a$  a fogaskerékpár tengelytávja,  $\alpha_g$  pedig a fogaskerékpár kapcsolószöge.

Ezzel analóg módon az  $L_2$  ponthoz tartozó görbületi sugarak:

$$\varrho_{1L2} = \overline{N_1L_2} = \overline{N_1E} - \overline{L_1E} = \varrho_{1E} - \frac{\varepsilon + 1}{2} \cdot t_a \quad (5d)$$

és

$$\varrho_{2L2} = \overline{L_2N_2} = a \cdot \sin \alpha_g - \varrho_{1L2}. \quad (5e)$$

Ezek a görbületi sugarak csak a fogaskerek geometriai méreteitől és a lenyesés magasságától függenek, tehát a terheléstől függetlenek. A lenyesés magasságát az említett  $C_L = 1$  felvétele már meghatározta.

E sugarakkal számítva, és figyelembe véve, hogy szimmetrikus lenyesés esetén a 7. ábra szerint

$$\overline{A'L_2} = \overline{L_1E'} = \frac{e' - e_L}{2} = \frac{\Delta e'}{2},$$

a megváltozott kapcsolóhossz jellemző pontjainak görbületi sugarai:

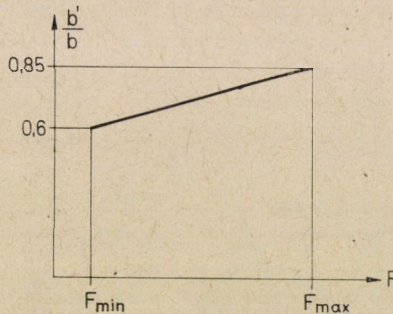
$$\left. \begin{aligned} \varrho_{1A'} &= \varrho_{1L2} - \overline{A'L_2} = \varrho_{1L2} - \frac{\Delta e'}{2}; \\ \varrho_{1D'} &= \varrho_{1A'} + t_a, \\ \varrho_{2D'} &= a \cdot \sin \alpha_g - \varrho_{1D'}; \\ \varrho_{1E'} &= \varrho_{1L1} + \Delta e'/2; \\ \varrho_{1B'} &= \varrho_{1E'} - t_a, \\ \varrho_{2B'} &= a \cdot \sin \alpha_g - \varrho_{1B'}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Ezek után kiszámítható minden adott vagy választott terhelési fokozatban (terhelési pontban) az  $e' = \overline{A'E'}$  megváltozott kapcsolóhossz és az ehhez tartozó megváltozott fenti görbületi sugarak számértéke. Ezeknek segítségével a szokásos szilárdsági számítások most már minden terhelési fokozatban a valóságos igénybevételt jól megközelítve végezhető el, szemben az eddigi méretezési módszerekkel.

Megjegyezzük, hogy *ferde fogazatra* ugyanezt a méretezési módszert alkalmazhatjuk, vagyis a kapcsolóhossz változását hasonló módon figyelembe vesszük, de természetesen az egyfogpárkapcsolás *BD* szakaszával kapcsolatos részletek nélkül.

### V. Számítási példa

Az ismertetett gondolatmenetnek egy fogaskerékpár számítása során való alkalmazását számpéldán mutatjuk be. Példaként egy villamos mozdony fejlenyeséssel készített traktív fogaskerékpárját választottuk ki, mert egyrészt e kerekeket mindig lenyesett profillal készítik, másrészt a járművek fogaskerekei a változó igénybevételű hajtások tipikus esetei.



10. ábra. A  $b'$  működő fogszélesség és a  $b$  teljes fogszélesség viszonyának változása a terheléssel (a számpélda kidolgozásához)

A számítást NIEMANN által ismertetett [5] módszer szerint végeztük el, és pedig a következő feltételezésekkel:

a) A  $b'$  működő fogszélesség a teljes  $b$  fogszélességnél kisebb, nemcsak a kis kerék konzolos („repülő”) ágazása miatt, hanem azért is, mert a fogaskerékpár kiskerekét a traktív motor marokcsapágyas felfüggesztése miatt a csapágyházagokból eredő elkerülhetetlen tengelypárhuzamossági és tengelykitérési hibára való tekintettel nagyobb igénybevételek esetében domború fogazattal készítik. A domború fogazat kedvező a kis kerék tengelyének rugalmas behajlása szempontjából is.

A  $b'/b$  viszonzszám a terhelés növekedésével együtt nő a fogfelületek rugalmas belapulása miatt. A  $b'/b$  viszonzszám az  $F$  kerületi erőtl való függését egyszerűség kedvéért lineárisnak tételeztük fel, és pedig oly módon, hogy a jelen példa szerinti 130 mm teljes foghossz mindkét végén 1–1 mm-re leélezett homlokélek között megmaradó  $b = 128$  mm fogszélességhez viszonyítva a  $b'/b$  hányados értéke a 10. ábra szerint változik, tehát a mozdony indításakor fellépő maximális kerületi erőnél 85%-ot (kereken 109 mm-t), a mozdony maximális sebessége esetén mutatkozó minimális kerületi erőnél pedig 60%-ot (kereken 77 mm-t) tesz ki, ami gyakorlati tapasztalataink szerint megfelelő domborúság esetében körülbelül meg is felel a valóságos helyzetnek.

b) Ezzel összefüggésben a NIEMANN szerinti  $C_T$  hordképtényezőre a fennálló viszonyokra való tekintettel a

$$C_T = \frac{4}{3} \frac{b}{b'}$$

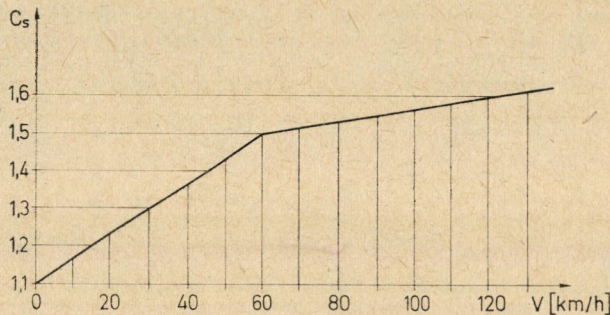
összefüggést alkalmaztuk [5; (83/1) egyenlet].

c) Feltételeztük, hogy a fogprofilok lenyesését helyesen számították és előírás szerint készítik el, úgyhogy a  $p_n$  vonalnyomás a kétfogpárkapcsolás  $AB$  (ill.  $A'B'$ ) és  $DE$  (ill.  $D'E'$ ) szakaszain lineárisan változik (6. és 7. ábra), továbbá az előbbieket szerint az  $e$  kapcsolóhossz is lineárisan változik a terheléssel, tehát az  $F$  kerületi erővel (4. ábra).

d) Az  $L_1$  és  $L_2$  lenyesési pontokat a kapcsolás  $A$  és  $E$  határpontjaihoz képest szimmetrikusan vettük fel a kapcsolóvonalon, éspedig úgy, hogy a kis terhelésnél is szükséges nyugodt járás miatt  $e_L = t_a$ .

e) Feltételeztük, hogy a részterhelésnél megrövidülő kapcsolóhossz egyenlő mértékben rövidül a belépő és a kilépő kapcsolószakaszon (tehát az  $A$  és az  $E$  pontnál), vagyis  $\overline{AA'} = \overline{E'E}$  (2. ábra). Ebből és az előbb említett  $\overline{AL_1} = \overline{L_2E}$  feltételből következik, hogy  $\overline{A'L_2} = \overline{L_1E'}$  (7. ábra). Ez a feltételezés a kiskerék és a nagykerék profiljának eltérő görbülete miatt csak körülbelül valósul meg, de ebből különösebb számítási pontatlanság nem származik, úgyhogy gyakorlati számításokhoz alkalmazható. Tehát feltételeztük, hogy

$$\overline{A'L_2} = \overline{L_1E'} = \frac{\overline{A'E'} - \overline{L_1L_2}}{2} = \frac{e' - e_L}{2} = \frac{\Delta e'}{2}$$



11. ábra. A  $C_S$  ütközési tényező változása a mozdonysebesség függvényében (a számpélda kidolgozásához)

f) NIEMANN számításában [5] szereplő  $C_S$  ütközési tényező a mozdony  $V$  sebességétől függ, mert a sínillesztésekből eredő dinamikus erőhatások, ütközések az áthaladás sebességével nőnek. Bizonyos sebességen túl viszont az ütközés már nem érvényesül teljes mértékben a keréktárcsák, a mozdonytengely és az arra erősített nagyfogaskerék anyagának rugalmassága miatt. Ezért a  $C_S = f(V)$  függvényt gyakorlati megfontolások alapján a 11. ábra szerint vettük fel. E függvény helyességét elméleti számításokkal nem volt módunkban ellenőrizni. Lehetséges, hogy a valóságban nem mutatkozik kifejezett töréspont a függvény két szakasza között.

A példaképpen számított egyenesfogú hengereskerékpár adatai a következők:

Tengelytáv:  $a = 495$  mm;  
 fogs számok:  $z_1 = 17$  és  $z_2 = 79$ ;  
 modul:  $m = 10$  mm;  
 alapprofil szög:  $\alpha_0 = 20^\circ$ ;  
 fejmagasságtényező:  $f'_0 = 1$ ;  
 fejhézag tényező:  $c'_0 = 0,25$  (állandó fejhézag);  
 gördülőkör sugarak:  $r_{g1} \cong 87,6562$  és  $r_{g2} \cong 407,3438$  mm;  
 fejkör sugarak:  $r_{f1} \cong 99,4850$  és  $r_{f2} \cong 413,9118$  mm;  
 kapcsolószög:  $\alpha_g \cong 24^\circ 19' 33''$ ;  
 teljes kapcsolóhossz:  $e = 38,5678$  mm;  
 lenyesett kapcsolóhossz:  $e_L = \overline{L_1L_2} = t_a = 29,5213$  mm;  
 kapcsolóhossz-különbség:  $\Delta e = e - e_L \cong 9,0464$  mm;  
 kapcsolóvonal hossza:  $\overline{N_1N_2} = a \cdot \sin \alpha_g = 203,9036$  mm;  
 $e_{1L} = \overline{N_1L_1} = 54,7845$  mm;  
 $e_{1L2} = \overline{N_1L_2} = 25,2632$  mm;  
 $e_{1C} = \overline{N_1C} = r_{g1} \cdot \sin \alpha_g = 36,1079$  mm;

profileltolástényezők:  $x_1 \cong +0,6089$  és  $x_2 \cong +1,0515$ ;  
 fogalaktényezők [5; 119. ábra szerint]:  $q_{k1} \cong 2,05$  és  $q_{k2} \cong 2,02$ ;  
 $y_C = y_{wz} = 1/(\sin \alpha_g \cdot \cos \alpha_g) = 2,664$  [5; (88/1) egyenlet].

A fogaskerek anyaga BNC 35 jelű betétedzett krómnikkelacél, amelynek fogtőkifáradási határa:  $\sigma_D = \sigma_0 = 44$  kp/mm<sup>2</sup>, és a palástnyomás kifáradási határa:  $k_0 = 5$  kp/mm<sup>2</sup> [5; 120. táblázata szerint];  
 a fogfelületek keménysége: HRC = min. 58, tehát  $y_H = (605/650)^2 = 0,865$ , és acél—acél párosítás lévén  $y_G = 1$  [5; 121. oldal].

A fogazat pontosságát DIN 7-es fokozatra vettük fel a számításkor, és az e szerint megengedett maximális fogazási hibának megfelelően határoztuk meg a  $p_n$  és  $\varepsilon_w$  értékeit.

A fogaskerékpár kenésére SAE 140 viszkozitás-kategóriájú enyhén adalékolt kenőolajat vettünk számításba, amelynek  $M_{T_{est}}$  berágódási nyomatékára NIEMANN ugyan nem közöl adatot [5; 122/2. táblázat], de ez az olajfajta feltehetőleg elbírja az FZG-Normaltest 9. terhelési fokozatát, amelynek  $M_{T_{est}} = 30,8$  mkp felel meg. Ezzel számoltunk. Minthogy pedig az olaj kinematikai viszkozítása a feltételezett 70 °C üzemi hőmérsékletnél min. 73 cSt, a Niemann-féle számításnál használt, viszkozitástól függő  $y_S$ -tényező [5; 121. oldal] értékét 0,925-tel vettük számításba.

A kérdéses fogaskerékpár 6-tengelyű mozdonyba való, amelynek közepesen kopott futókerék-átmérője 1210 mm, legnagyobb sebessége:  $V_{max} = 130$  km/h, vonóerőgörbéjét a 12. ábra mutatja, és mind a 6 tengelye hajtott.

A fogaskerékpár Niemann szerinti biztonsági tényezőit összesen 10 terhelési pontra határoztuk meg. Az egyes terhelési pontokat 1-től 10-ig számoztuk. Az 1-es terhelési pont az indító vonóerőnek, az 5-ös a traktációs motor állandó nyomatékának, a 10-es a mozdony maximális sebességének felel meg.

I. táblázat

Számítási példa Niemann [5] módszere szerint, az e kapcsolóhossz rövidülésének figyelembevételével

A terhelési pont sorszáma	1	2	3	4	5	
$V$ [km/h]	0	7,75	15,5	22	29,4	
$Z$ [kp]	40 000	38 000	36 000	29 700	23 200	
$F'$ [kp]	9 901,5	9 406,5	8 911,4	7 351,9	5 742,9	
$e'$ [mm]	38,5678	38,1154	37,6631	36,2383	34,7682	
$b'$ [mm]	109	107,1	105,3	99,5	93,5	
$C_T$ (83/1)	1,567	1,593	1,62	1,715	1,825	
$C_S$ (11. ábra)	1,1	1,155	1,21	1,25	1,30	
$\varepsilon_w$ (80/4)	1,216	1,2125	1,2083	1,177	1,1424	
$q_{w1}$ (85/1)	1,682	1,697	1,713	1,764	1,820	
$q_{w2}$ (85/1)	1,75	1,755	1,760	1,794	1,831	
$B_w$ (77/2) [kp/mm <sup>2</sup> ]	0,76	0,7985	0,833	0,775	0,6915	
$S_{B1}$ (86/1)	2,025	1,91	1,812	1,894	2,058	
$S_{B2}$ (86/2)	1,948	1,845	1,764	1,862	2,044	
$y_\varepsilon$ (88/3)	0,781	0,7798	0,779	0,768	0,7547	
$y_{w1}$ (88/4)	3,41	3,416	3,42	3,47	3,528	
$y_\sigma$ (121. o.)	0,7	0,7191	0,77	0,8255	0,893	
$k_D$ (121. o.) [kp/mm <sup>2</sup> ]	2,8	2,875	3,08	3,303	3,572	
$S_{G1}$ (89/1)	0,889	0,8675	0,8895	1,01	1,204	
$S_{G2}$ (89/2)	1,138	1,112	1,141	1,317	1,598	
$D'$	$e_{max} (= e_{1D})$ [mm]	14,1534	14,3796	14,6057	15,3181	16,0532
	$y_F$ (89/4)	0,1225	0,1292	0,136	0,1592	0,1887
	$k_{T_{est}}$ (122. o.) [kp/mm <sup>2</sup> ]	—	—	(~12)	7,5	4,6
	$S_F$ (89/6)	—	—	~32,7	18,77	10,88
$L_1$	$B_{wL}$ (77/2) [kp/mm <sup>2</sup> ]	0,38	0,3992	0,4165	0,3875	0,3457
	$S_F$ (89/6)	—	—	~27,5	18,48	12,69

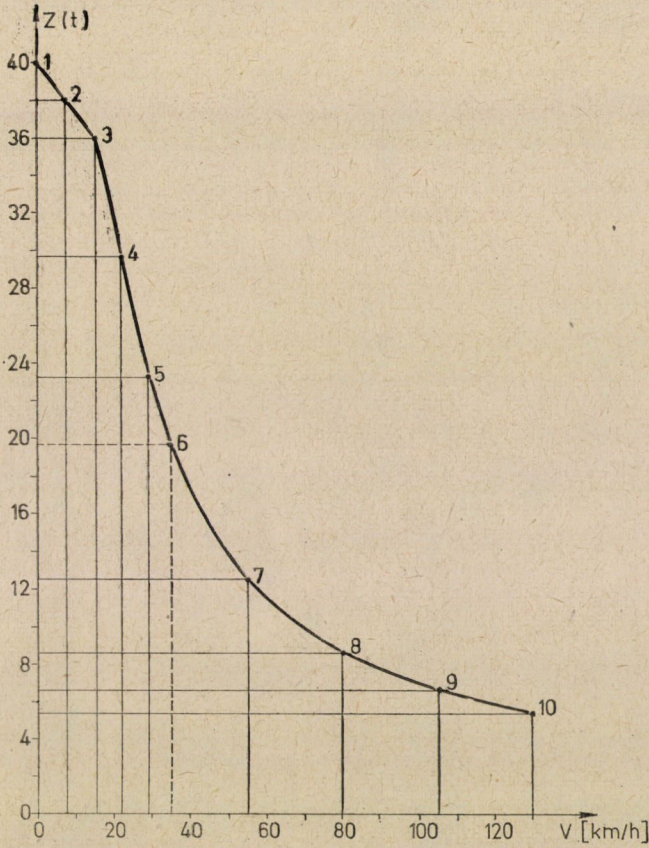
A terhelési pont sorszáma	6	7	8	9	10	
$V$ [km/h]	35	55	80	105	130	
$Z$ [kp]	19 680	12 500	8600	6570	5350	
$F'$ [kp]	4 871,6	3 094,2	2128,8	1626,3	1324,3	
$e'$ [mm]	33,9722	32,3483	31,4663	31,0072	30,7312	
$b'$ [mm]	90,25	83,6	80	78,13	77	
$C_T$ (83/1)	1,89	2,04	2,132	2,182	2,218	
$C_S$ (11. ábra)	1,335	1,47	1,535	1,575	1,615	
$\varepsilon_w$ (80/4)	1,1237	1,0848	1,0638	1,05295	1,0464	
$q_{w1}$ (85/1)	1,850	1,919	1,960	1,979	1,990	
$q_{w2}$ (85/1)	1,856	1,903	1,930	1,945	1,955	
$B_w$ (77/2) [kp/mm <sup>2</sup> ]	0,641	0,5282	0,4374	0,3775	0,3402	
$S_{B1}$ (86/1)	2,182	2,550	3,015	3,464	3,824	
$S_{B2}$ (86/2)	2,175	2,572	3,062	3,525	3,892	
$y_e$ (88/3)	0,739	0,7333	0,7257	0,722	0,719	
$y_{n1}$ (88/4)	3,605	3,632	3,67	3,69	3,705	
$y_v$ (121. o.)	0,941	1,074	1,167	1,215	1,242	
$k_D$ (121. o.) [kp/mm <sup>2</sup> ]	3,765	4,3	4,665	4,86	4,97	
$S_{G1}$ (89/1)	1,34	1,843	2,39	2,869	3,245	
$S_{G2}$ (89/2)	1,816	2,515	3,295	3,97	4,515	
$D'$	$e_{\max}$ ( $= e_{1D'}$ ) [mm]	16,4512	17,2631	17,7041	17,9337	18,0717
	$y_F$ (89/4)	0,2038	0,242	0,2648	0,2772	0,2847
	$k_{T_{est}}$ (122. o.) [kp/mm <sup>2</sup> ]	3,6	2,2	1,48	1,205	1,05
	$S_F$ (89/6)	8,51	5,31	3,945	3,555	3,347
$L_1$	$B_{wL}$ (77/2) [kp/mm <sup>2</sup> ]	0,3205	0,2641	0,2187	0,1887	0,1701
	$S_F$ (89/6)	10,72	7,95	6,46	6,10	5,895

A számítás főbb eredményeit az I. táblázatban foglaltuk össze. Itt az egyes tételek könnyebb azonosíthatósága céljából NIEMANN eredeti jelöléseit alkalmaztuk. Az egyes betűjelek után zárójelben feltüntetett számok NIEMANN könyvében [5] található egyenletek számai; a törtvonal előtti szám a könyv oldalszáma utal. A  $C_S$  tényező értékeit e tanulmány 11. ábrája szerint, az  $y_v$  és  $k_D$  értékeit az [5] alatti mű 121. oldala szerint, a  $k_{T_{est}}$  értékeit az [5] 122. ábrája szerint vettük. A  $B'$  és  $D'$  pontra való számítások a berágódási biztonság meghatározásához szükséges  $e_{\max}$  távolság értékei mindig a C főpont (1. ábra) és a  $D'$  pont távolságaként adódtak.

## II. táblázat

Az I. táblázat szerinti számítási példa, de változatlan  $e$  kapcsolóhosszal

A terhelési pont sorszáma	1	2	3	4	5
$\varepsilon_w$ (80/4)	1,216	1,2237	1,2316	1,2381	1,2453
$q_{w2}$ (85/1)	1,75	1,741	1,733	1,726	1,7185
$S_{B1}^*$ (86/1)	2,025	1,927	1,848	1,987	2,225
$S_{B2}^*$ (86/2)	1,943	1,86	1,791	1,933	2,177
$y_z$ (88/3)	0,781	0,7842	0,788	0,7912	0,7951
$y_{n1}$ (88/4)	3,41	3,397	3,38	3,369	3,35
$S_{G1}^*$ (89/1)	0,889	0,872	0,9	1,04	1,268
$D$   $S_F^*$ (89/6)	—	—	~36,35	24,4	16,77

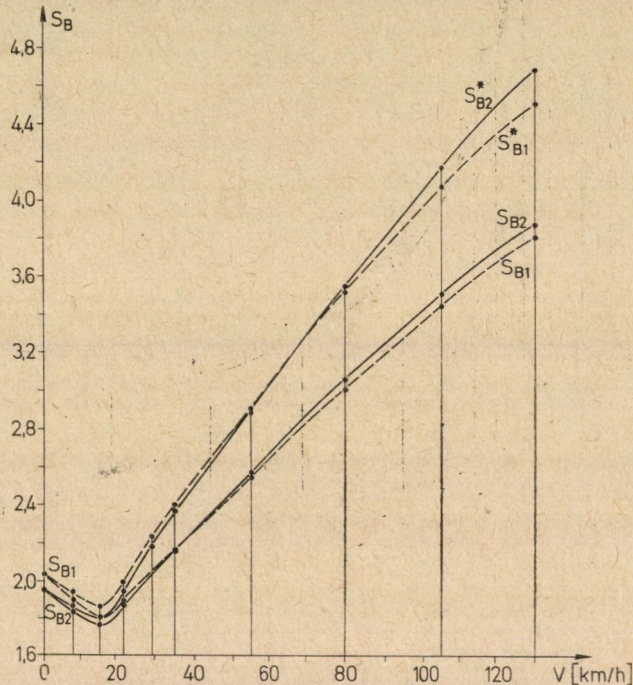


12. ábra. A példaképpen felvett mozdony vonóerőgörbéje a sebesség függvényében

A terhelési pont sorszáma	6	7	8	9	10
$E_{10}$ (80/4)	1,2512	1,271	1,2968	1,3223	1,3469
$q_{102}$ (85/1)	1,7115	1,691	1,666	1,6415	1,6185
$S_{B1}^*$ (86/1)	2,40	2,912	3,519	4,079	4,52
$S_{B2}^*$ (86/2)	2,358	2,892	3,55	4,17	4,695
$y_e$ (88/3)	0,7973	0,8075	0,8202	0,8325	0,8447
$y_{101}$ (88/4)	3,343	3,3	3,248	3,2	3,155
$S_{G1}^*$ (89/1)	1,445	2,029	2,7	3,306	3,81
$D   S_F^*$ (89/6)	14,16	10,5	8,53	8,05	7,79

A berágódási biztonságot a  $D'$  ponton kívül az  $L_1$  lenyesési pontra is kiszámítottuk. Itt  $e_{\max} = e_{1L_1} = 18,6766$  mm, úgyhogy [5; (89/4)] egyenlet szerint  $y_F = 0,3235$ , a terheléstől függetlenül. Az  $e$  pontra meghatározott  $B_w$ -értékeket és  $S_F$  biztonsági tényezőket az I. táblázat utolsó két sorában tüntettük fel (az  $e$  feletti  $S_F$ -értékek a  $D'$  pontra vonatkoznak).

Összehasonlításként meghatároztuk ugyanennek a fogaskerékpárnak a biztonsági tényezőit ugyanezzel a módszerrel, csupán azzal a különbséggel, hogy az  $e$  kapcsolóhossz rövidülését *nem* vettük figyelembe, tehát az általában szokásos módon számoltunk. Ekkor mindegyik terhelési pontban  $e = 38,5678$  mm. Az  $F'$ ,  $b'$ ,  $C_T$ ,  $C_S$ ,  $B_w$ ,  $y_v$ ,  $k_D$ ,  $S_{G2}$ ,  $k_{T\text{est}}$  és  $B_{wL}$  értékei, valamint az  $L_1$  pontra vonatkozó  $S_F$ -értékek ugyanazok, mint az I. táblázatban.  $q_{w1} = 1,682$ , a  $B$ , ill.  $D$  pontra vonatkozólag  $e_{\max} = e_{1D} = 14,1534$  mm és  $y_F = 0,1225$ , végül az  $L$  lenyesési pontokra vonatkozólag  $y_F = 0,3235$  az egész sebességtartományban változatlan.



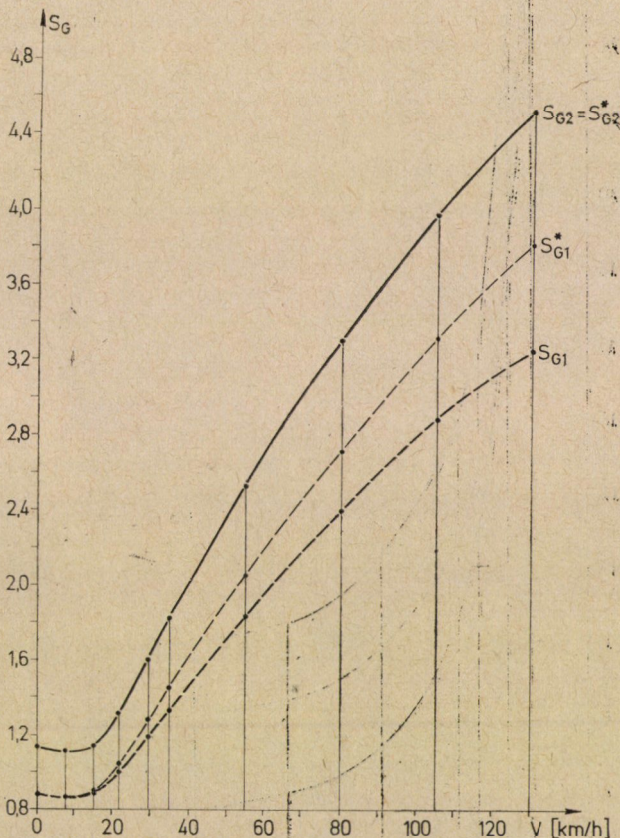
13. ábra. A példaképpen kiszámított fogaskerékpár NIEMANN [5] szerint számított biztonsági tényezői fogtölgénybevételre ( $S_{B1}$  a kiskerék és  $S_{B2}$  a nagy kerék biztonsági tényezője;  $S_{B1}^*$  és  $S_{B2}^*$  a kapcsolóhossz változását figyelmen kívül hagyó szokásos számítással nyert biztonsági tényezők)

Az I. táblázathoz képest eltérő, a sebességtartományban változó értékeket a II. táblázatban tüntettük fel. Az ilyen módon kiadódó biztonsági tényezőket az I. táblázat  $S$ -értékeitől való megkülönböztetésül  $S^*$ -gal jelöltük. A II. táblázat utolsó sorában láthatók a  $D$  pontra kiszámított  $S_F$ -értékek.

Az elvégzett számítások szerint kiadódó biztonsági tényezőknek a mozdonysebesség függvényében való változását a 13., 14. és 15. ábrákon tüntettük fel: a 13. ábrán a fogtölgénybevétel  $S_B$  biztonsági tényezőjét ( $S_{B1}$  a kiskerékre és  $S_{B2}$  a nagykerékre vonatkozik), a 14. ábrán a palástnyomás  $S_G$  biztonsági tényezőjét ( $S_{G1}$  a kiskerékre és  $S_{G2}$  a nagykerékre vonatkozik), a 15. ábrán pedig a berágódás  $S_F$  biztonsági tényezőjét. Az  $e$  kapcsolóhossz változását figyelmen kívül hagyó számítás biztonsági tényezőit a II. táblázattal össz-



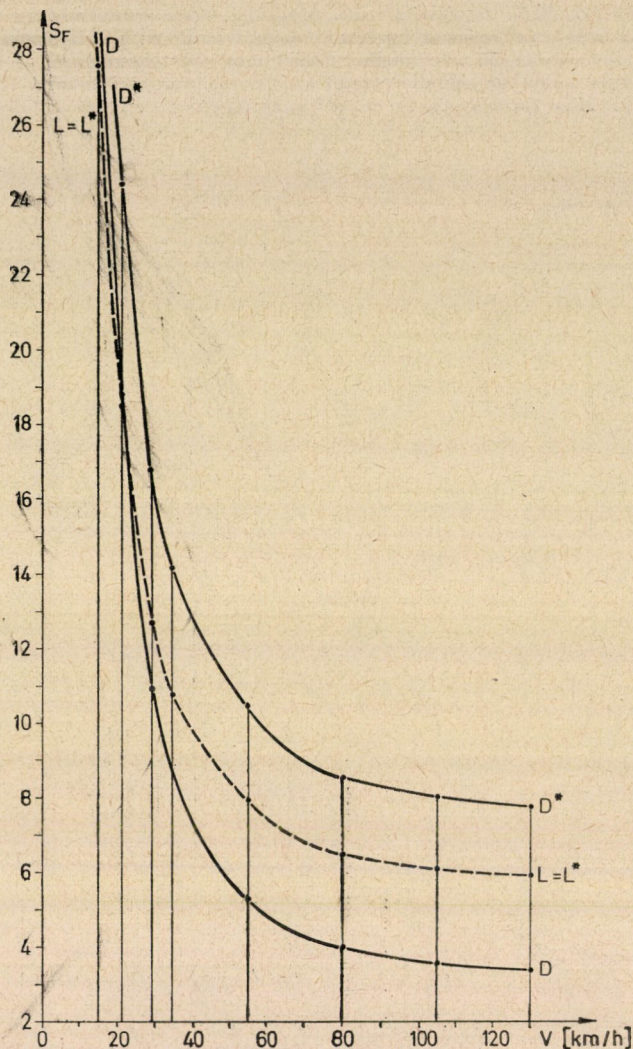
hangban a 13. és 14. ábrán  $S^*$ -gal jelöltük. A görbék összehasonlítása mutatja, hogy az  $e$  kapcsolóhossz változásának figyelembe vétele a számított  $S_B$  és  $S_G$  biztonsági tényezők csökkenését eredményezi, adott esetben főként a nagyobb sebességeknél, — ámbár a biztonsági tényezők a számítási példában alapul vett terhelési viszonyok esetében itt általában nagyobbak adódnak. Más terhelés-karakteristika esetében a helyzet ennél kedvezőtlenebb is lehet.



14. ábra. A példaképpen kiszámított fogaskerékpár NIEMANN [5] szerint számított biztonsági tényezői felületi igénybevételre, pontosabban palástnyomásra ( $S_{G1}$  a kiskerék és  $S_{G2}$  a nagy kerék biztonsági tényezője;  $S_{G1}^*$  és  $S_{G2}^*$  a kapcsolóhossz változását figyelmen kívül hagyó szokásos számítással nyert biztonsági tényezők)

A berágódás biztonsági tényezőjének változását mutató 15. ábrán  $D$  és  $L$  betűvel jelöltük az  $e$  kapcsolóhossz változását figyelembe vevő, az előbbieken ismertetett számításhoz az I. táblázat szerint a  $D'$  és az  $L_1$  pontra kiadódó  $S_F$  biztonsági tényezőket. Az  $e$  változását figyelmen kívül hagyó szokásos számítás II. táblázat szerinti  $S_F$  biztonsági tényezőinek a  $D$  pontra számított értékeit feltüntető görbét az ábrán  $D^*$ -gal jelöltük. Ez az ábra jól szemlélteti, hogy nagy sebességeknél mennyivel kisebb biztonsági tényező adódik akkor, ha a számításkor figyelembe vesszük a kapcsolóhossz változását.

Adott terhelési viszonyok között a berágódási biztonságának az  $L_1$  pontra kiszámított  $S_F$  biztonsági tényezői csak kis sebességek esetében kisebbek (tehát kedvezőtlenebbek) a  $D'$  pontra számított értékeknél, — amely sebességtartományban a biztonsági tényezők amúgyis elég nagyok. Ez esetben tehát berágódás szempontjából a  $D'$  pont veszélyesebb az  $L_1$  pontnál.



15. ábra. A példaképpen kiszámított fogaskerékpár NIEMANN [5] szerint számított biztonsági tényezői berágódásra ( $D$  az egyfogpárkapcsolás  $D'$  határpontjára,  $L$  pedig az  $L_1$  lenyesési pontra számított biztonsági tényező;  $D^*$  és  $L^*$  olyan biztonsági tényezők, amelyeket a kapcsolóhossz változását figyelmen kívül hagyó számítással kapunk)

#### IRODALOM

1. BOTKA I.: Fogaskerékméretezés kiegyenlített kontakthőmérsékletre (az 1963. évi *Budapesti Fogaskerék Konferencián* elhangzott előadás). *Gép* 16 (1964), 425–430.
2. DUDLEY, D. W.: Practical Gear Design. McGraw-Hill Book Comp., New York/Toronto/London 1954.
3. DUDLEY, D. W.—WINTER, H.: Zahnräder. Springer Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1961.
4. ERNEY GY.: Egyenes fogú evolvens fogazatú hengereskerék fogfejlenyesésének számítása és ellenőrzése. *A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei* 30 (1962), 185–196.

5. NIEMANN, G.: Maschinenelemente, 2. kötet. Springer Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1960.
6. SCHLAF, G.: Verbesserung der Tragfähigkeit und Laufruhe geradverzahnter Stirnräder durch Profilrücknahme. *Maschinenbautechnik* 11 (1962), 83–93.

**Berechnung von Stirnräderpaaren mit Profilrücknahme unter wechselnder Belastung.** Gegenstand der Arbeit ist ein Verfahren für die Festigkeitsberechnung von wechselnd beanspruchten Stirnrädern mit Profilrücknahme, unter Berücksichtigung der Änderung der Eingriffslänge in Abhängigkeit von der Belastung. Die praktische Anwendung der Methode wird an einem Zahnradantrieb für Bahntraktion gezeigt.

**Calculation of Spur Gear Pairs with Modified Profiles under Varying Load.** The paper presents the strength calculation of spur gear pairs with modified profiles under varying loads, taking the variation of contact length with the load into consideration. The calculation of a railway traction gear drive shows the application of the method.



# TORZNÉGYSZÖG ALAKÚ LAPOS HIPERBOLIKUS PARABOLOIDHÉJ PEREMZAVARAI

KOLLÁR LAJOS

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA  
BUDAPESTI VÁROSÉPÍTÉSI TERVEZŐ VÁLLALAT

és

SZÓTS MIKLÓS

NEHÉZIPARI MINISZTERIUM SZÁMÍTÁSTECHNIKAI KÖZPONTJA

[Beérkezett 1969. február 11-én]

A dolgozat a torznégyszög alakú, egyik peremén hajlítónyomatékokkal terhelt hiperbolikus paraboloidhéjat vizsgálja a laposhéjak rugalmas hajlításmélete alapján. Meghatározza a peremet terhelő nyomaték csillapodási görbéjét a héj belsejében. Összehasonlítja az eredményt egyrészt a Bleich—Salvadori-féle közelítő megoldással, másrészt a sík-lemez nyomatékcstillapodási görbéjével.

## 1. Bevezetés

A kétszer görbült héjszerkezetek a rájuk ható megoszló terheket membránérőkkel hordják, ha a megtámasztások fel tudják venni a peremeken kiadódó membránérőket. Az ezekben a héjfajtákban keletkező hajlítónyomatékok tehát nem az egyensúly biztosításához szükségesek, hanem a peremeknél fellépő alakváltozási összeférhetlenségekből származnak, s a peremektől távolodva gyorsan elenyésznek.

A peremzavaroknak ezt a csökkenését donga, elliptikus paraboloid, valamint nyeregfelület alakú hiperbolikus paraboloid alakú héjak (transzlációs felületek) esetében már megvizsgálták [2, 5, 4]. A torznégyszög alakú hiperbolikus paraboloid peremzavarainak csökkenése azonban még nincs tisztázva. Tudomásunk szerint eddig DUDDECK [3] foglalkozott hasonló problémával: a hajlításmélet alapján meghatározta a peremein megtámasztott, egyenletesen terhelt torznégyszög erőjátékát. Magukat a peremzavarokat BLEICH és SALVADORI [1] vizsgálták közelítő feltevések alapján. Eredményeiket össze fogjuk hasonlítani a mi megoldásunkkal.

Ebben a dolgozatban azt a célt tűzzük ki, hogy megállapítsuk: milyen törvényszerűség szerint csökken a peremén hajlítónyomatékkal terhelt torznégyszög nyomatékábrája, és mekkora az a távolság, amelyen túl már gyakorlatilag zérusnak vehetjük a nyomatékokat. Ez a terhelés ugyanis alapesetnek tekinthető, amelynek ismeretében jó képet alkothatunk magunknak másfajta peremzavarok csökkenéséről is és megbecsülhetjük a vasaladó zóna szélességét.

## 2. Jelölések

(Lásd az 1. ábrát is!)

$x, y$	derékszögű koordináták
$z(x, y)$	a héjfelület ordinátája
$r, s, t$	a héjfelület másodrendű parciális differenciálhányadosai
$n_x, n_y, n_{xy}$	a membrán-metszeterők
$q_x, q_y$	a hajlítási nyíróerők
$p_z$	a $z$ -vel párhuzamos teherkomponens
$m_x, m_y, m_{xy}$	a hajlító- és csavarónyomatékok
$u, v$	az $x, y$ -nal párhuzamos elmozdulások
$w$	a felületre merőleges elmozdulás
$E$	a húzási rugalmassági modulus
$G = E/[2(1-\nu)]$	a nyírási rugalmassági modulus
$\nu$	a Poisson-féle szám (levezetéseinkben $\nu = 0$ )
$h$	a héj vastagsága
$a, b$	a torznégyszög alaprajzi vetületének oldalhosszai
$f$	a torznégyszög sarokpontjának magassága az $[xy]$ sík felett
$\alpha_n = n \pi/a$	( $n = 1, 2, 3, \dots$ )
	az $x$ szerinti differenciálást vesszővel,
	az $y$ szerinti differenciálást ponttal jelöljük.

## 3. Az alapegyenletek levezetése

Vizsgálatunkat a *lapos héjak* elmélete [4, 7] alapján fogjuk elvégezni, mert így lényegesen egyszerűbb a számítás, s állandó együtthatójúak a differenciálegyenletek.

A lapos héjak általános *egyensúlyi egyenletei* három vetületi és két nyomatéki egyenletheől állnak [4]:

$$n'_x + n_{xy} = 0, \quad (1a)$$

$$n'_{xy} + n'_y = 0, \quad (1b)$$

$$r \cdot n_x + 2s \cdot n_{xy} + t \cdot n_y + q'_y + q'_x + p_z = 0, \quad (1c)$$

$$m'_x + m_{xy} - q_x = 0, \quad (1d)$$

$$m'_{xy} + m_y - q_y = 0. \quad (1e)$$

(A harmadik nyomatéki egyenlet lapos héjak esetében érdektelenné válik, l. bővebben [4]-ben.)

A fenti egyenletekben hallgatólagosan feltételeztük, hogy a tehernek csak függőleges ( $z$  irányú) komponense van ( $p_z$ ).

A *metszeterőket az elmozduláskomponensekkel* a Hooke-féle törvény a következőképpen köti össze:

$$n_x = Eh(u' - r \cdot w), \quad (2a)$$

$$n_y = Eh(v' - t \cdot w), \quad (2b)$$

$$n_{xy} = \frac{Eh}{2} (u' + v' - 2s \cdot w), \quad (2c)$$

$$m_x = -\frac{Eh^3}{12} \cdot w''', \quad (2d)$$

$$m_y = -\frac{Eh^3}{12} \cdot w''', \quad (2e)$$

$$m_{xy} = -\frac{Eh^3}{12} w'''. \quad (2f)$$

Ha behelyettesítjük a (2) egyenletcsoportot az (1) egyenletekbe, s (1d—e) segítségével kiküszöböljük (1c)-ből a  $q_x$ ,  $q_y$  nyíróerőket, akkor három differenciálegyenletet kapunk az  $u$ ,  $v$ ,  $w$  elmozduláskomponensekre:

$$2u'' + u''' + v'' - 2r \cdot w' - 2s \cdot w' = 0, \quad (3a)$$

$$u' + v'' + 2v''' - 2tw' - 2sw' = 0, \quad (3b)$$

$$ru' + s(u' + v') + tw' - (r^2 + 2s^2 + t^2)w - \frac{h^2}{12} (w^{IV} + 2w'''' + w''') + p_z = 0. \quad (3c)$$

E három egyenlet a peremfeltételekkel együtt teljesen meghatározza az  $u$ ,  $v$ ,  $w$  három elmozdulásfüggvényt.

A (3) egyenletcsoporttal egyenértékű egyenletrendszerhez juthatunk úgy is, hogy az  $n_x, n_y, n_{xy}$  metszeterőket egy  $F(x, y)$  feszültségfüggvény második deriváltjainak fogjuk fel:

$$n_x = F'', \quad (4a)$$

$$n_y = F'', \quad (4b)$$

$$n_{yx} = -F'', \quad (4c)$$

ezáltal automatikusan kielégítettük az (1a—b) egyensúlyi egyenleteket. Megmarad még az (1c) egyenlet, amely (1d—e) és (2d—f) behelyettesítése után már csak két ismeretlen függvényt tartalmaz:  $F(x, y)$ -t és  $w(x, y)$ -t:

$$\frac{Eh^3}{12} (w^{IV} + 2w'''' + w''') - (tF'' - 2sF'' + rF'') = p_z. \quad (5a)$$

Ekkor azonban még külön le kell vezetnünk (2a—c)-ből a vegyes második deriváltak egyenlősége alapján egy *összeférhetőségi* (kompatibilitási) egyenletet, amely azt fejezi ki, hogy a három ( $u$ ,  $v$ ,  $w$ ) elmozdulás *folytonos* függvény, azaz a héjfelület sem nem szakad el, sem nem gyűrődik:

$$(F^{IV} + 2F'''' + F''') + Eh(tw'' - 2sw' + rw'') = 0. \quad (5b)$$

Így tehát két (negyedrendű) parciális differenciálegyenletet kaptunk  $F$ -re és  $w$ -re [4, 7].

Az (5a—b) egyenletcsoport előnye, hogy csak két ismeretlen függvényt tartalmaz, hátránya azonban, hogy csak a statikai, és a  $w$ -re vonatkozó alakváltozási peremfeltételeket lehet velük kapcsolatban könnyen felhasználni. Ha az alakváltozási peremfeltételek az  $u$  vagy  $v$  elmozdulásokra is tartalmaznak megköötéseket, akkor általában célszerűbb a (3a—c) egyenletcsoportot használni. Ebben a dolgozatban mi is a (3) egyenletcsoportból indulunk ki és a három ( $u, v, w$ ) elmozdulásfüggvényt fogjuk meghatározni.

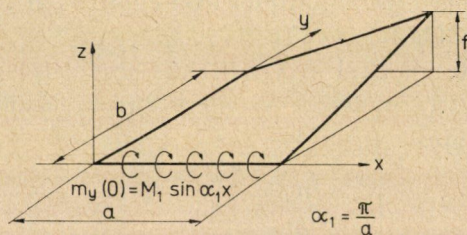
A továbbiakban elhagyjuk az egyenletekből a  $p_z$  teherkomponenst, mivel az általunk vizsgált permzavar esetében terheletlen a héj.

#### 4. Az egyenletek alkalmazása torznégyszöghéjra.

##### A figyelembe veendő peremfeltételek

Az 1. ábrán vázolt héjfelület egyenlete:

$$z = \frac{f}{ab} xy. \quad (6)$$



1. ábra

A felület második deriváltjai:

$$r = 0, \quad (6a)$$

$$s = \frac{f}{ab}, \quad (6b)$$

$$t = 0. \quad (6c)$$

Így a (3) egyenletcsoport a következő alakúra egyszerűsödik:

$$2u'' + u'' + v'' - \frac{2f}{ab} w' = 0, \quad (7a)$$

$$u'' + v'' + 2v'' - \frac{2f}{ab} w' = 0, \quad (7b)$$

$$u' + v' - \frac{2f}{ab} w - \frac{h^2 ab}{12f} (w^{IV} + 2w''' + w'') = 0. \quad (7c)$$



Valamennyi peremen olyan megtámasztást tételeztünk fel, amely szabad elfordulást és oldalnyomásmentességet biztosít. Az  $y = 0$  peremet  $m_y(0) = M_1 \cdot \sin(\pi/a)x = M_1 \cdot \sin \alpha_1 x$  eloszlású hajlítónyomatékkal terheljük. Így valamennyi peremen zérussal kell egyenlővé tennünk a lehajlást, a peremre merőleges hajlítónyomatékot, valamint az oldalnyomást. Ez az egyes peremeken a következő alakú peremfeltételeket jelenti:

$$\text{Az } y = 0 \text{ peremen: } w = 0, \quad (8a)$$

$$w'' = \frac{12}{Eh^3} M_1 \cdot \sin \frac{\pi}{a} x, \quad (8b)$$

$$n_y = 0, \quad \text{azaz } v' = 0 \quad (8c)$$

Az  $x = 0$  és  $x = a$  peremeken:

$$w = 0 \quad (8d)$$

$$m_x = 0, \quad \text{azaz } w'' = 0 \quad (8e)$$

$$n_x = 0, \quad \text{azaz } u' = 0 \quad (8f)$$

A zavarónyomatékkal szemben levő perem feltételeivel nem foglalkozunk, mivel feltételezzük, hogy a zavarás elenyészik a másik peremig. E feltételezés jogosultságát a megoldásként kiadódó nyomatékábrák fogják igazolni (2. ábra).

### 5. Az egyenletrendszer megoldása

Az egyenleteket a peremzavarások elméletének szokásos módszerével [4] oldjuk meg:  $u, v, w$ -re szorzatfüggvényeket veszünk fel, mégpedig úgy, hogy az  $x$ -től függő tagok olyan trigonometrikus függvények legyenek, amelyek a (7) egyenletekbe való behelyettesítés után valamennyien vagy sinust, vagy cosinust adnak, ezekkel tehát egyszerűsíthetünk, és így az  $y$ -től függő tagra közönséges differenciálegyenlet-rendszert kapunk. Az  $x$ -től függő trigonometrikus függvényeket úgy választjuk meg, hogy lehetőleg jól elégítsék ki az  $x = 0$  és  $x = a$  peremek megtámasztási feltételeit.

A hengerháj hajlításelméletéhez [4] képest most bonyolultabbá válik a számítás, mivel — ellentétben a hengerhájjal — most nem tudunk olyan trigonometrikus függvényeket találni, amelyek eleve kielégítik az egyensúlyi egyenleteken kívül az  $x = 0$  és az  $x = a$  peremfeltételeket is. Ezeket a peremfeltételeket most csak pontonkénti egyeztetéssel (kollokációval) tudjuk — közelítően — kielégíteni, mégpedig annál pontosabban, minél több tagot veszünk fel.

A három szorzatfüggvényt a következőképpen választjuk meg:

$$u = \sum_n u_n(y) \cdot \sin \alpha_n x, \quad (9a)$$

$$v = \sum_n v_n(y) \cdot \cos \alpha_n x, \quad (9b)$$

$$w = \sum_n w_n(y) \cdot \sin \alpha_n x. \quad (9c)$$

E kifejezésekben

$$\alpha_n = n \frac{\pi}{a}, \quad n = 1, 3, 5, \dots \quad (10)$$

az  $n$  szerinti összegezéssel előállítható Fourier-sorból pedig a pontossági igénynek megfelelő számú tagot veszünk figyelembe.

Behelyettesítve a (9) kifejezések  $n$ -edik tagját a (7) egyenletrendszerbe, a trigonometrikus kifejezésekkel való egyszerűsítés után a következő három közönséges differenciálegyenlethez jutunk:

$$-2\alpha_n^2 \cdot u_n + u_n'' - \alpha_n v_n' - \frac{2f}{ab} w_n = 0, \quad (11a)$$

$$+ \alpha_n u_n' - \alpha_n^2 v_n + 2v_n'' - \frac{2f}{ab} \alpha_n w_n = 0, \quad (11b)$$

$$u_n - \alpha_n v_n - \frac{2f}{ab} w_n - \frac{h^2 ab}{12f} (\alpha_n^4 w_n - 2\alpha_n^2 w_n'' + w_n''') = 0. \quad (11c)$$

Ennek a homogén lineáris differenciálegyenlet-rendszernek a megoldását

$$u_n(y) = U_n \cdot e^{\beta_n y}, \quad (12a)$$

$$v_n(y) = V_n \cdot e^{\beta_n y}, \quad (12b)$$

$$w_n(y) = W_n \cdot e^{\beta_n y} \quad (12c)$$

alakban írhatjuk fel, ahol  $U_n$ ,  $V_n$  és  $W_n$  egyelőre ismeretlen állandók.

Behelyettesítve a (12) függvényeket a (11) egyenletcsoportba, az alábbi homogén lineáris egyenletrendszert kapjuk az  $U_n$ ,  $V_n$ ,  $W_n$  ismeretlenekre:

$$(-2\alpha_n^2 + \beta_n^2) U_n - \alpha_n \beta_n V_n - \frac{2f}{ab} \beta_n w_n = 0, \quad (13a)$$

$$+ \alpha_n \beta_n U_n + (-\alpha_n^2 + 2\beta_n^2) V_n - \frac{2f}{ab} \alpha_n W_n = 0, \quad (13b)$$

$$+ \beta_n U_n - \alpha_n V_n - \left[ \frac{2f}{ab} - \frac{h^2 ab}{12f} (\alpha_n^2 - \beta_n^2)^2 \right] W_n = 0. \quad (13c)$$

Ennek az egyenletrendszernek akkor van a zérustól különböző megoldás-rendszere, ha a determinánsa zérussal egyenlő. Az eddig ismeretlen  $\beta_n$ -et tehát ebből a feltételből (az ún. karakterisztikus egyenletből) kell meghatároznunk. Ez a determináns  $\beta_n^2$ -ben negyedfokú egyenletet jelent, ezért mindegyik  $n$ -hez négy  $\beta_{nj}^2$  ( $j = 1, 2, 3, 4$ ) tartozik. Ezek közül csak a vizsgált széltől távolodva csökkenő igénybevételt adó négy  $\beta_{nj}$ -t vesszük most figyelembe, vagyis csak azokat, amelyeknek valós része *negatív*. E négy gyök közül kettő ( $\beta_{n1}$  és  $\beta_{n2}$ ) valós, a másik kettő pedig konjugált komplex:

$$\beta_{n3} = \gamma_n + i \cdot \delta_n \quad (14a)$$

$$\beta_{n4} = \gamma_n - i \cdot \delta_n \quad (14b)$$

$\beta_{n1}$ ,  $\beta_{n2}$ ,  $\gamma_n$  és  $\delta_n$  értékét *négyzet alaprajzú* ( $a = b$ ) hiperbolikus paraboloidra és két jellegzetes  $f/h$  arányra [3]-ból vesszük át. Az I. táblázatban e négy mennyiségnek az  $a$  oldalhosszal szorzott (dimenziótlanná tett) értékeit adjuk meg négy, illetve öt  $n$  tagra.

I. táblázat

 $f/h = 12,5$ 

$n =$	1	3	5	7
$a \cdot \beta_{n1} =$	-7,400	-13,99	-20,30	-26,62
$a \cdot \beta_{n2} =$	-0,349	- 5,00	-11,12	-17,35
$a \cdot \gamma_n =$	-3,875	- 9,50	-15,71	-21,99
$a \cdot \delta_n =$	+4,765	+ 4,76	+ 4,69	+ 4,63

 $f/h = 50$ 

$n =$	1	3	5	7	9
$a \cdot \beta_{n1} =$	-10,90	-18,23	-24,77	-31,17	-37,50
$a \cdot \beta_{n2} =$	- 0,0892	- 2,165	- 7,09	-12,98	-19,15
$a \cdot \gamma_n =$	- 5,495	-10,20	-15,93	-22,08	-28,32
$a \cdot \delta_n =$	+ 8,36	+ 9,78	+ 9,61	+ 9,51	+ 9,45

Érdeemes megfigyelnünk, hogy  $n = 1$  esetben  $\beta_{n2} < 1$ , ami azt jelenti, hogy lassan csillapodnak az igénybevételek a széltől távolodva, mégpedig annál lassabban, minél nagyobb az  $f/h$  arány, azaz minél nagyobb a héj membránmerekvsége a hajlítási merevségéhez képest. (Ha a hajlítási merevség zérus lenne, akkor  $\beta_{n2}$  zérusra adódnék és ekkor megkapnánk az egyenes alkotók mentén gyengítetlenül tovaterjedő membránérők esetét.)

Mindegyik  $\beta_{nj}$ -hez természetesen külön  $U_{nj}$ ,  $V_{nj}$  és  $W_{nj}$  tartozik, tehát  $j = 1, 2, 3, 4$  miatt  $4 \cdot 3n = 12n$  ismeretlen állandónk lesz az  $x$  irányú Fourier-sorból (9) figyelembe vett  $n$  tagszám esetén.

Az elmozdulásfüggvények (9a–c) így a következő alakot öltik:

$$u = \sum_n \left( \sum_{j=1}^4 U_{nj} \cdot e^{\beta_{nj}y} \right) \cdot \sin \alpha_n x, \quad (15a)$$

$$v = \sum_n \left( \sum_{j=1}^4 V_{nj} \cdot e^{\beta_{nj}y} \right) \cdot \cos \alpha_n x, \quad (15b)$$

$$w = \sum_n \left( \sum_{j=1}^4 W_{nj} \cdot e^{\beta_{nj}y} \right) \cdot \sin \alpha_n x. \quad (15c)$$

A  $12n$  számú ismeretlen között a (13) egyensúlyi egyenletek olyan kapcsolatot létesítenek, hogy  $U_{ni}$ ,  $V_{ni}$  és  $W_{ni}$  közül csak az egyik marad szabadon. Így csak  $4n$  számú peremfeltételt elégíthetünk ki.

A 4. pontban felsorolt (8a–f) peremfeltételek közül a felvett (9) függvények automatikusan kielégítik a (8d)-t és (8e)-t. A megmaradó négy peremfeltételt tehát éppen elégséges a minden egyes  $n$ -hez tartozó ugyancsak négy ismeretlen meghatározására.

Ha a (8f) peremfeltétel nem volna, akkor minden  $n$ -re külön-külön is ki tudnánk elégíteni a peremfeltételeket, tehát a vizsgált (8b) külső nyomaték-eloszlás (1. ábra) csak az  $n = 1$  tagok figyelembevételét tenné szükségessé. A (8f) peremfeltételt azonban csak pontonként, „erőltetve” tudjuk rákényszeríteni a (9a) mintájú  $u_n$  függvényekre és csak abban az esetben, ha több  $n$  tagot veszünk figyelembe, hogy kioltásák egymás hatását. Ezért kell négy, ill. öt  $n$  tagot figyelembe vennünk, jöllehet a magasabb  $n$  tagok gyorsabban csökkenő nyomatéki igénybevételt adnak.

A továbbiakban tiszta valós alakba fogjuk átírni a (12) függvényeket, amelyekben  $U_{n3}$ ,  $U_{n4}$ ;  $V_{n3}$ ,  $V_{n4}$  és  $W_{n3}$ ,  $W_{n4}$  konjugált komplex konstansok. Az ismert

$$e^{iz} = \cos z + i \cdot \sin z \quad (16)$$

komplex összefüggés alapján ( $i = \sqrt{-1}$ ) felírhatjuk, hogy pl.

$$\begin{aligned} U_{n3} e^{\beta_{n3}y} + U_{n4} e^{\beta_{n4}y} &= \\ &= e^{\gamma_n y} [(U_{n3} + U_{n4}) \cos \delta_n y + (U_{n3} - U_{n4})] i \cdot \sin \delta_n y = \\ &= U_{n5} e^{\gamma_n y} \cos \delta_n y + U_{n6} e^{\gamma_n y} \sin \delta_n y. \end{aligned} \quad (17)$$

Az új, valós konstansok tehát:

$$U_{n5} = U_{n3} + U_{n4}, \quad (18a)$$

$$U_{n6} = i(U_{n3} - U_{n4}), \quad (18b)$$

és hasonló módon

$$V_{n5} = U_{n3} + V_{n4}, \quad (18c)$$

$$V_{n6} = i(V_{n3} - V_{n4}), \quad (18d)$$

$$W_{n5} = W_{n3} + W_{n4}, \quad (18e)$$

$$W_{n6} = i(W_{n3} - W_{n4}). \quad (18f)$$

A (13a—c) homogén *egyensúlyi* egyenletrendszerből az egyszerűbb alakú első kettőt használjuk fel. Ezeket is át kell írni valós alakba  $j = 3$  és  $j = 4$  esetén. Pl. a (13a) egyenlet  $j = 3$  esetén a következőképpen alakul, ha behelyettesítjük (13a—f) alapján az új valós konstansokat, és a  $\beta_{n3}$  gyököt is (14a) szerint írjuk fel:

$$(-2\alpha_n^2 + \gamma_n^2 + 2i\gamma_n\delta_n - \delta_n^2) \frac{U_{n5} - iU_{n6}}{2} - \alpha_n(\gamma_n + i\delta_n) \frac{V_{n5} - iV_{n6}}{2} - \frac{2f}{ab}(\gamma_n + i\delta_n) \frac{W_{n5} - iW_{n6}}{2} = 0. \tag{19a}$$

Hasonló módon átírhatjuk a  $j = 4$ -hez tartozó egyenleteket is, s a kettőt egyszer összeadva és egyszer kivonva két valós egyenlethez jutunk.

Végül a négy *peremfeltétel* a következő lesz:

$$(8a): \quad W_{n1} + W_{n2} + W_{n3} + W_{n4} = 0,$$

azaz valós alakban, (18e)-t felhasználva:

$$W_{n1} + W_{n2} + W_{n5} = 0. \tag{20a}$$

(8b):

$$\text{ha } n = 1; \quad \beta_{11}^2 W_{11} + \beta_{12}^2 W_{12} + \beta_{13}^2 W_{13} + \beta_{14}^2 W_{14} = \frac{12}{Eh^3} M_1,$$

azaz valós alakban:

$$\beta_{11}^2 W_{11} + \beta_{12}^2 W_{12} + (\gamma_1^2 + 2i\gamma_1\delta_1 - \delta_1^2) \frac{W_{15} - iW_{16}}{2} + (\gamma_1^2 - 2i\delta_1\gamma_1 - \delta_1^2) \frac{W_{15} + iW_{16}}{2} = \frac{12}{Eh^3} M_1. \tag{20b}$$

Látható, hogy ebből az egyenlethől kiesnek a képzetes tagok.

$n > 1$  esetén  $\gamma_1$  és  $\delta_1$  helyett  $\gamma_n$ -et és  $\delta_n$ -et, a jobb oldalra pedig zérust kell írni.

$$(8c): \quad \beta_{n1} V_{n1} + \beta_{n2} V_2 + \beta_{n3} V_3 + \beta_{n4} V_4 = 0,$$

valósra átírva pedig:

$$\beta_{n1} V_{n1} + \beta_{n2} V_2 + (\gamma_n + i\delta_n) \frac{V_{n5} - iV_{n6}}{2} + (\gamma_n - i\delta_n) \cdot \frac{V_{n5} + iV_{n6}}{2} = 0, \tag{20c}$$

ebből is kiesnek a képzetes tagok.

A (8f) peremfeltételt nem tudjuk a teljes peremvonalra felírni, csak  $n$  számú pontjára, vagyis az

$$y_k = (k-1) \frac{b}{n} \quad (21)$$

pontokra, ahol

$$k = 1, 2, \dots, n. \quad (22)$$

Így minden  $k$ -ra teljesülnie kell a

$$\sum_{n=1}^n \left( \sum_{j=1}^4 U_{nj} \cdot e^{\beta_{nj} \cdot y_k} \right) \cdot \alpha_n = 0$$

egyenletnek. Ez kifejtve és valós alakba átírva minden  $k$ -ra a

$$\begin{aligned} \sum_{n=1}^n \left\{ \left[ U_{n1} \cdot e^{\beta_{n1} y_k} + U_{n2} e^{\beta_{n2} y_k} + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{U_{n5} - i U_{n6}}{2} e^{y_n y_k} (\cos \delta_n y_k + i \sin \delta_n y_k) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{U_{n5} + i U_{n6}}{2} e^{y_n y_k} (\cos \delta_n y_k - i \sin \delta_n y_k) \right] \cdot \alpha_n \right\} = 0. \end{aligned} \quad (23)$$

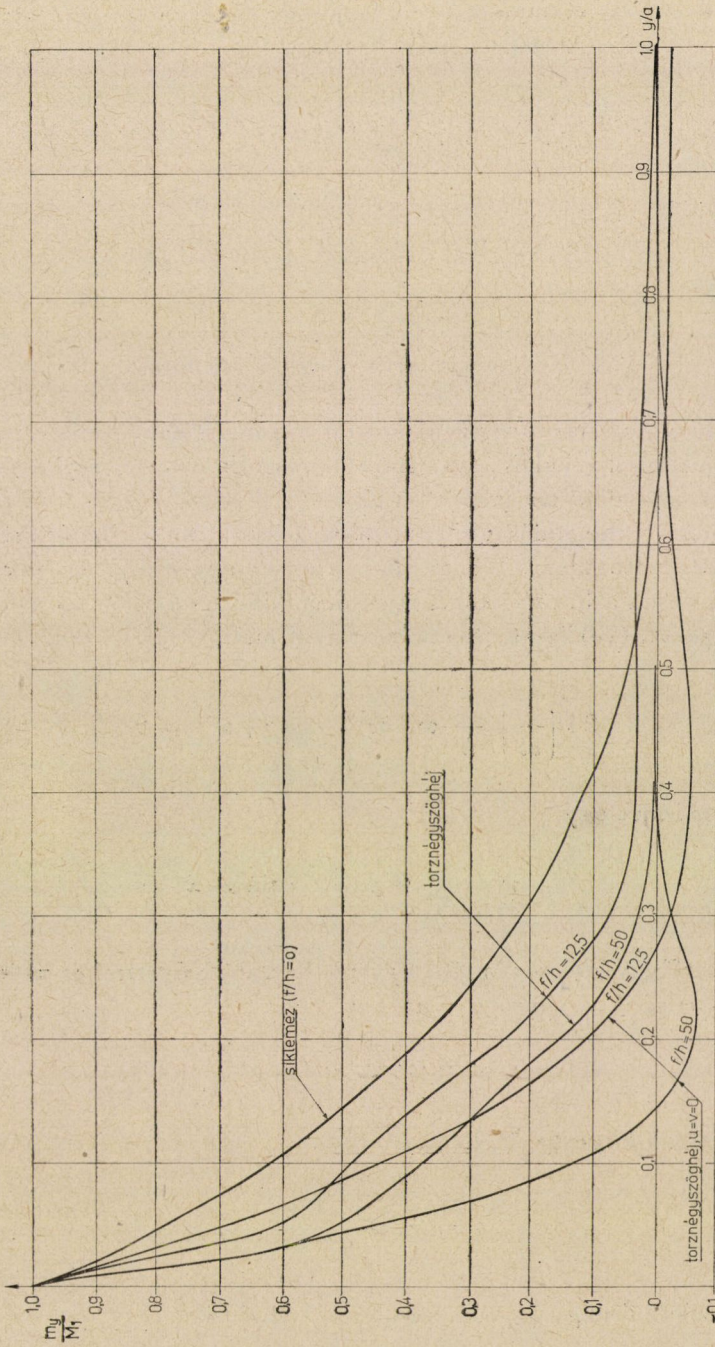
alakot ölti, amiből szintén kiesnek a képzetes tagok.

Mindezek alapján tehát minden  $n$ -re és minden  $j$ -re fel kell írunk a (13a–b) egyensúlyi egyenleteket a (19a)-nak megfelelő valós alakban, valamint minden  $n$ -re a (20a, b, c) peremfeltételi egyenleteket, és végül minden  $k$ -ra a (23) peremfeltételt. Így éppen megkapjuk a  $12n$  számú egyenletet a  $12n$  ismeretlen állandóhoz.

## 6. Számszerű eredmények

Ezt az egyenletrendszert DUDDECKnek [3] az I. táblázatban *négyzet alaprajzú* ( $a = b$ ) hiperbolikus paraboloidra megadott  $\beta$  gyökeit felhasználva két  $f/h$  arányra oldottuk meg, négy, illetve öt  $n$  tag figyelembevételével. Ez 48, illetve 60 ismeretlenes egyenletrendszert jelent. A numerikus számításokat a Nehézipari Minisztérium számítóközpontja végezte el a National Elliott 803 B típusú elektronikus számítógépen.

Az egyenletekben  $f/h$ -n kívül szerepel még az  $f/a$  arány is. Azonban több  $f/a$  érték felvételével végigszámítva a feladatot azt találtuk, hogy az ugyanazon  $f/h$ -hoz tartozó valamennyi  $f/a$  arányra ugyanazt a nyomatékábrát kaptuk.



2. ábra

Mivel bennünket elsősorban a peremre ható nyomaték csökkenése érdekel a héj belsejében, ezért csak az  $m_y$  hajlítónyomatékot ábráztuk  $y$  függvényében az  $x = a/2$  metszet mentén (2. ábra). E nyomaték képlete az alábbi:

$$\begin{aligned}
 m_y = E \frac{h^3}{12} \cdot w'' = E \frac{h^3}{12} \sum_n \{ & \beta_{n1}^2 w_{n1} \cdot e^{\beta_n y} + \beta_{n2}^2 w_{n2} e^{\beta_n y} + \\
 & + e^{\gamma_n y} [(\gamma_n^2 - \delta_n^2) W_{n5} + 2\gamma_n \delta_n W_{n6}] \cos \delta_n y + \\
 & + e^{\gamma_n y} [(\gamma_n^2 - \delta_n^2) W_{n6} - 2\gamma_n \delta_n W_{n5}] \cdot \sin \delta_n y \} \sin \alpha_n x.
 \end{aligned} \quad (24)$$

### 7. A peremzavarok közelítő számítása

[1] javaslata szerint egyszerű *közeliítő megoldást* kaphatunk a peremzavarok csillapodásának számítására, ha elhanyagoljuk a héj saját síkjába eső elmozduláskomponenseket ( $u = v = 0$ ).

Bemutatott megoldásunk lehetőséget ad arra, hogy ellenőrizzük a közelítő módszer pontosságát. Elhagyjuk a (7a–c) egyensúlyi egyenletekből az első kettőt, s csak a harmadikat tartjuk meg, kihagyva belőle az  $u$ -t és  $v$ -t tartalmazó tagokat. (7c) így a következő alakot ölti:

$$24 \left( \frac{f}{ab} \right)^2 \frac{1}{h^2} w + w^{IV} + 2w'' + w'' = 0 \quad (25)$$

Felvéve  $w$ -re ismét egy

$$w = \sum_n W_n \cdot e^{\beta_n y} \cdot \sin \alpha_n x \quad (26)$$

alakú szorzatfüggvény-sort, a (25) egyenletbe való helyettesítés után a következő karakterisztikus egyenletet kapjuk  $\beta_n$ -re:

$$\varepsilon^4 + (\alpha_n^2 - \beta_n^2)^2 = 0. \quad (27)$$

Itt bevezettük a következő jelölést:

$$\varepsilon^4 = 24 \left( \frac{f}{ab} \right)^2 \frac{1}{h^2}. \quad (28)$$

A (27) egyenletből négy  $\beta_{nj}$ -t kapunk ( $j = 1, 2, 3, 4$ ):

$$\beta_{nj} = \alpha_n [\pm(A + iB) \pm (A - iB)]. \quad (29)$$



Itt

$$A = + \sqrt{0,5 \left( \sqrt{1 + \frac{\varepsilon^4}{\alpha_n^4}} + 1 \right)}, \quad (30a)$$

és

$$B = + \sqrt{0,5 \left( \sqrt{1 + \frac{\varepsilon^4}{\alpha_n^4}} - 1 \right)}. \quad (30b)$$

A négy  $\beta_{nj}$  közül csak az  $y$  növekedésével csökkenő két gyököt tartjuk meg, és átírjuk  $w$ -t valós alakúra:

$$\begin{aligned} w &= \sum_n (W_{n1} e^{-(A+iB)\alpha_n y} + W_{n2} \cdot e^{-(A-iB)\alpha_n y}) \sin \alpha_n x = \\ &= \sum_n e^{-A\alpha_n y} (W_{n3} \cdot \cos B\alpha_n y + W_{n4} \cdot \sin B\alpha_n y) \cdot \sin \alpha_n x. \end{aligned} \quad (31)$$

Az új, valós  $W_{n3}$  és  $W_{n4}$  konstansok értelmezése az alábbi:

$$W_{n3} = W_{n1} + W_{n2}, \quad (32a)$$

$$W_{n4} = i(W_{n1} - W_{n2}), \quad (32b)$$

$W_{n1}$  és  $W_{n2}$  pedig a  $\beta_{n1}$ -hez, ill.  $\beta_{n2}$ -höz tartozó komplex konstansok.

A két ( $W_{n3}$  és  $W_{n4}$ ) konstanshoz két peremfeltételi egyenletre van szükségünk. Ezeket most természetesen csak  $w$ -vel kifejezve írhatjuk fel. A korábban használt (8) peremfeltételek közül tehát a következőket kell kielégítenünk (1. ábra):

$$y = 0 \quad w = 0, \quad (33a)$$

$$w'' = \frac{M_1 \cdot \sin \alpha_1 x}{E \left( \frac{h^3}{12} \right)}. \quad (33b)$$

Mivel nem kell törődnünk az  $x = 0$  és  $x = a$  peremfeltételekkel, ezért elegendő  $w$ -nek (31) sorából csupán a külső nyomatéknak megfelelő  $n = 1$  tagot vennünk. Így a (33a) peremfeltételből

$$W_{13} = 0 \quad (34)$$

adódik. A (33b) peremfeltételhez képeznünk kell  $w$ -nek  $y$  szerinti második deriváltját:

$$w'' = W_{14} \cdot e^{-A\alpha_1 y} [(A^2 - B^2)\alpha_1^2 \sin B\alpha_1 y - 2AB\alpha_1^2 \cos B\alpha_1 y] \cdot \sin \alpha_1 x. \quad (35)$$

Ezt (33b)-be helyettesítve azt kapjuk, hogy

$$W_{14} = - \frac{M_1}{2AB\alpha_1^2 E \left( \frac{h^3}{12} \right)}. \quad (36)$$

Most már felírhatjuk a minket legjobban érdeklő  $y$  irányú hajlítónyomaték kifejezését:

$$m_y = E \frac{h^3}{12} \cdot w'' = M_1 \cdot \sin \alpha_1 x \left[ \left( -\frac{A}{2B} + \frac{B}{2A} \right) \sin B\alpha_1 y + \cos B\alpha_1 y \right] \cdot e^{-A\alpha_1 y}. \quad (37)$$

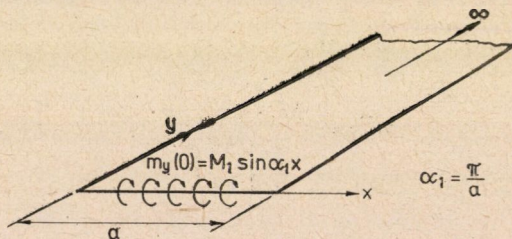
$m_y$ -nak  $y$  szerinti változását ugyancsak a 2. ábrán tüntettük fel.

### 8. A síklemez peremnyomatékának csökkenése

Összehasonlításként felírjuk még a három oldalán szabadon felfekvő, a negyedik irányban végtelen hosszú *síklemezszáv* (3. ábra) peremnyomatékának csökkenését [6] alapján. A levezetést mellőzve  $m_y$  kifejezését adjuk meg:

$$m_y = M_1 \cdot \sin \alpha_1 x \left( \frac{\alpha_1}{2} y - 1 \right) e^{-\alpha_1 y}. \quad (38)$$

Az ennek megfelelő nyomatékcsökkenést szintén a 2. ábrán találjuk meg.



3. ábra

### 9. Összehasonlítás és értékelés

A 2. ábra diagramjaiból világosan látszik, hogy minél nagyobb a hég sarokpontjának  $f$  magassága a  $h$  hégvastagsághoz viszonyítva, annál gyorsabban csökken a peremnyomaték. A síklemez adja meg az  $f = 0$  szélső esetet. Az  $f/a$  arány azonban — amint már említettük — közömbös, tehát egy meredekebb és vastagabb hégben ugyanúgy csökkenhet a nyomaték, mint egy laposabb és vékonyabb hégben, ha azonos az  $f/h$  arányuk.

A 2. ábrából interpolálással gyakorlatilag bármely geometriai arányú forznégyszöghéjra megállapíthatjuk: meddig hat a peremzavar, azaz mekkora a megvasalendő zóna szélessége.

Mind az  $f/h = 12,5$ -del, mind az  $f/h = 50$ -nel számított nyomatékára kissé szabálytalanul hullámszik. Ezt úgy tudnánk megszüntetni, ha még több tagot vennénk fel az alakváltozásfüggvények sorából. Véleményünk szerint azonban ezzel nem jutnánk semmi gyakorlati előnyhöz, mivel a nyomaték csökkenése lényegében ilyen maradna több tag esetében is, a számítási munka viszont tetemesen megnőne.

A nyomaték görbéje még síklemez esetében is csak elhanyagolhatóan kis nyomatékot ad az  $a$  szélességgel megegyező távolságban. Jogos volt tehát az a feltételezés, hogy négyzet alaprajzú héjon elhanyagolhatjuk a zavarással szemben levő perem hatását a belső erőkre.

Végül világosan látszik, hogy az  $u = v = 0$  közelítéssel kapható nyomatékra sokkal gyorsabb csillapodást ad a pontosabb számításnál. Szemléletesen úgy fogalmazhatjuk meg ennek az okát, hogy az  $u = v = 0$  feltételezés sokkal erősebb kényszert jelent a héjra, mint a valóságos peremfeltételek (első sorban az  $x = 0$  és  $x = a$  peremeken érvényes  $n_x = 0$ ). Ennek folytán mintegy „merevebb” lesz a héj, és irreálisan gyors nyomatékcsökkenést kapunk. Nem javasolható tehát a fenti közelítés alkalmazása.

#### IRODALOM

1. BLEICH, H. H.—SALVADORI, M. G.: Bending Moments on Shell Boundaries. *Proc. Amer. Soc. Civil Eng.*, Journal of the Structural Division, Vol. 85, NO. ST 8, 1959 (91—102).
2. Design of Cylindrical Concrete Shell Roofs. ASCE Manuals of Engineering Practice No. 31. ASCE, New York, 1952.
3. DUDECK, H.: Die Biegetheorie der flachen hyperbolischen Paraboloidenschale  $z = \bar{c}xy$ . *Ingenieur-Archiv*, 31 (1962), 44—78.
4. FLÜGGE, W.: Statik und Dynamik der Schalen, 3. Aufl. Springer, Berlin—Göttingen—Heidelberg 1962.
5. HRUBAN, K.: Die Biegetheorie der Translationsflächen und ihre Anwendung im Hallenbau. *Acta Techn. Hung.* 7 (1953), 425—464.
6. TIMOSHENKO, S.—WOINOWSKY-KRIEGER, S.: Theory of Plates and Shells. McGraw-Hill, New York—Toronto—London 1959.
7. WLAŚSOW, W. S.: Allgemeine Theorie der Schalen und ihre Anwendung in der Technik. Akademieverlag, Berlin 1958.

**Randstörungen der windschiefviereckförmigen flachen hyperbolischen Paraboloidschale.** Es wird die an einem Rand durch Biegemoment beanspruchte, windschiefviereckförmige hyperbolische Paraboloidschale aufgrund der elastischen Biegetheorie der flachen Schalen untersucht, und die Abklingungskurve des den Rand belastenden Moments ermittelt. Das Ergebnis wird einerseits der Bleich-Salvadorischen Näherungslösung, andererseits der Momentenabklingungskurve der ebenen Platte gegenübergestellt.



# FÉLVEZETŐ EGYKRISTÁLYOK FELÜLETI RONCSOLT RÉTEG SZERKEZETÉNEK VIZSGÁLATA

## A CSISZOLÁS HATÁSA

RÓZSA ÉVA

HÍRADÁSTECHNIKAI IPARI KUTATÓ INTÉZET, BUDAPEST

és

STEFÁNIAY VILMOS

EGYESÜLT IZZÓLÁMPA ÉS VILLAGOSSÁGI RT. FÉNYFORRÁSKUTATÁSI FŐOSZTÁLYA

[Beérkezett 1969. március 4-én]

A szerzők a félvezető egykristályok felületén csiszolás hatására keletkezett roncsolt réteg szerkezetével, kiterjedésével és vizsgálati módszereivel foglalkoznak. Beszámolnak röntgendiffrakciós eljárásokkal végzett vizsgálataikról, amelyek során  $\{111\}$  orientációjú germánium és szilícium lemezeken tanulmányozták a roncsolt réteg szerkezetét, ill. vastagságát. Hasonlóképpen röntgendiffrakciós úton mérték a szeleteken kialakult mechanikai hatás okozta görbület mértékét és beszámolnak arról, hogy összefüggéseket találtak a görbületi sugár nagysága és a csiszoló eljárás minősége között.

### I. Bevezetés

Kísérletileg bizonyított tény, hogy kedvező villamos paraméterekkel rendelkező félvezető eszközök gazdaságos előállításához sík felületű, adott vastagságú és orientációjú, lehetőleg tökéletes kristályszerkezetű és nagyméretű kristályszeletek („wafer”-ek) szükségesek. Miután a kiinduló anyag általában egykristályos öntecsekben áll rendelkezésre, a szükséges formát vágással, majd a felület megmunkálásával alakítjuk ki.

Tekintettel arra, hogy a félvezető alapanyagok kemény rideg kristályok, megmunkálásuk koptató, csiszoló módszerekkel lehetséges. Az egyes műveletek — a vágás, a csiszolás, a polírozás — technológiai kivitele eltérő, de az egész folyamatra jellemző, hogy fokozatosan egyre finomabb átmérőjű szemcsékkel végzik a megmunkálást.\* A mechanikai műveleti sor közbenső fokozatának, a csiszolásnak a célja, hogy a vágás, ill. a darabolás folytán keletkezett roncsolt felületi réteget eltávolítsa és egyúttal létrehozza a síkpárhuzamos felületet. Ennek megfelelően a csiszolószemcsék átmérője is közepes, az 5–15  $\mu\text{m}$  közötti mérettartományba tartozik, viszont a vágásnál használatos csiszolóanyag szemcseátmérője 60–70  $\mu\text{m}$  és a polírozóanyagok általában 0,5  $\mu\text{m}$ -nél kisebbek.

Annak ellenére, hogy a csiszolás előzetes, illetve közbenső művelet, nagyon fontos szerepe van a felületkezelési folyamat tökéletes megvalósítása

\* A különböző csiszolóanyagok szerkezetével kapcsolatban E. MENDEL és E. W. JENSEN [1] dolgozatára, a különböző megmunkálási megoldásokkal kapcsolatban W. P. PHARO [2] és E. MENDEL [3] összefoglaló tanulmányára utalunk.

szempontjából. A követelmények is igen szigorúak, mert az esetleg visszamaradó mechanikai károsodások a felület előkészítését, illetve az egész gyártási folyamat eredményességét kockáztathatják.

A csiszolt félvezető felületek vizsgálatát a planáris technológia során felmerült fokozott igények tették időszerűvé. A korszerű félvezető eszközöknél az egyre növekvő alkatrészsűrűség (1 mm<sup>2</sup>-es felületen kialakított tranzisztorok, diódák és ellenállások száma) megvalósításához egyre nagyobbak a követelmények a felületi megmunkálás minőségével szemben.

Ebben a dolgozatban a félvezető egykristályok felületén a csiszolás hatására keletkezett roncsolt réteg szerkezetével, kiterjedésével és vizsgálati módszereivel kívánunk foglalkozni. A részletes tárgyaláshoz elengedhetetlenül szükséges, hogy összefoglaljuk és csoportosítsuk az idevonatkozó nagyszámú és egymásnak gyakran ellentmondó irodalmi adatokat.

A továbbiakban közöljük saját kísérleteink eredményeit és beszámolunk a röntgendiffrakciós eljárásokkal végzett vizsgálatainkról, amelyek során {111} kristálytani orientációjú Ge és Si lemezeken figyeltük meg a roncsolt réteg szerkezetét, ill. vastagságát. Hasonlóképpen röntgendiffrakciós úton mértük a szeleteken kialakult mechanikai hatás okozta görbület mértékét és beszámolunk arról is, hogy összefüggéseket találtunk a görbületi sugár nagysága és a csiszoló eljárás minősége között.

## II. Irodalmi áttekintés

### 1. *A félvezető egykristályokon csiszolás hatására kialakult roncsolt réteg szerkezete*

A felület mechanikai megmunkálása során a csiszolószemcsék kisebb-nagyobb darabokat tördelnek ki a kristálytömbből. A kitöredezett részek hasadással, ill. kagylós töréssel válnak el a felülettől és eközben a még összefüggő egykristályos felület is sérüléseket szenved. Végeredményben a kialakult roncsolt struktúra összetett és egymástól nehezen elválasztható rétegekből áll. Ha a csiszolás után kialakult szerkezetet némileg idealizálva ábrázoljuk (1. ábra), úgy a következő rétegeket különböztetjük meg:

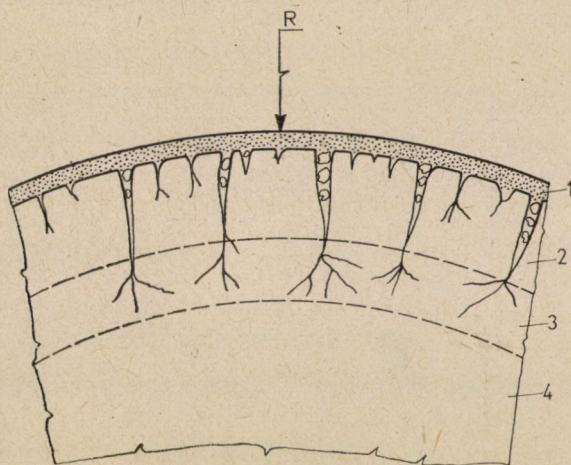
A felületet polikristályos törmelék borítja keveredve a csiszolószemcsékkel (1).

Alatta töredezett, repedezett szerkezetű, de már egykristályosnak tekinthető réteg következik (2). A repedéseket a már említett törmelék tölti ki. A repedések, ill. a beszorított csiszolószemcsék hatására a réteg térfogata megnő. Bizonyos kritikus méretnél kisebb szeletvastagság esetén ez a térfogatnövekedés az egykristályos szeletet meggömbíti. Ezzel a jelenséggel a továbbiakban részletesen foglalkozunk.

Az egyes blokkok orientációja a kristály egészétől kissé eltérő, és az átlagos eltérés mértéke az alkalmazott megmunkálás függvénye. H. POSER [4]

1—2°-os orientáció-szórást mért vágás után a germánium szeleteken, ezzel szemben a szerzők csiszolt Si-lemezekén 3 szögperces maximális eltéréseket mértek.

A töredezett réteg alatt plasztikusan, ill. rugalmasan deformált rész található (3). Az átmeneten R. STICKLER és G. R. BOOKER [5] transzmissziós elektrondiffrakciós vizsgálatnál diszlokációkat észlelt. Az egyedi diszlokációk a repedésekhez csatlakoznak, vagy ha a csiszolószemcsék  $1\ \mu\text{m}$ -nél nagyobbak voltak, összefüggő hálózatot alkottak. A diszlokációk keletkezési mechanizmusa



I. ábra. Csiszolt egykristály vázlatos szerkezete ( $R$  a görbületi sugár): 1 polikristályos törmelék, 2 töredezett réteg, 3 rugalmasan-plasztikusan deformált réteg, 4 hibátlan szerkezetű egykristály

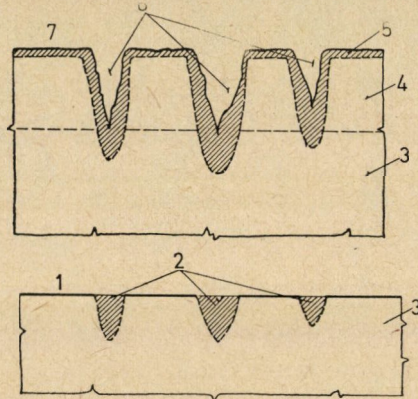
még nem tisztázott. E. N. PUGH és L. E. SAMUELS [6] erős mechanikai behatások után már szobahőmérsékleten is megfigyelték diszlokációk keletkezését germánium mintákon, és ezt a csúszási mechanizmussal magyarázták. Más feltevések szerint a megmunkálásnál keletkező erős helyi felmelegedések elérik a plasztikus deformációhoz szükséges hőmérsékletet [7]. (Si-nál a plasztikus deformáció alsó hőmérséklet határa kb.  $600\ ^\circ\text{C}$ , Ge-nál kb.  $350\ ^\circ\text{C}$ .)

Röntgendiffrakciós topográfiával ilyen eredetű diszlokációkat nem sikerült kimutatni. Ennek oka feltehetőleg az, hogy a karcolások, valamint a repedések környezetében felhalmozódott rugalmas feszültség erős kontraszthatása dominál.

Mint említettük, a töredezett réteg térfogata megnő, a szelet a megmunkált felülettől tekintve konvex irányban görbül. A görbült felület forgási paraboloid formájú [8], de az eltérés a gömbfelülettől csekély, tehát jó közelítéssel a görbületi sugárral ( $R$ ) jellemezhető. A görbület hatására a roncsolt réteg belső határfelületén rugalmas feszültség keletkezik, amely a sérült réteg eltávolítása után megszűnik, és a szelet visszanyeri eredeti sík állapotát [9].

A töredezett és a feszültséges, diszlokációkat tartalmazó részek együttesen alkotják a roncsolt réteget. J. W. FAUST [7] szerint a kitöredezett réteg a roncsolt réteg vastagságának egytizede, E. N. PUGH és L. E. SAMUELS [10] szerint a teljes vastagság egynegyede.

Hibás csiszolási technológia vagy gondatlan megmunkálás esetében a roncsolt réteg vastagságát többszörösen meghaladó mélységű karcok keletkeznek. A karcok mélysége elérheti a 15–20  $\mu\text{m}$ -t. A karcok okozta roncsolás ennél mélyebbre is behatolhat és a polírozó eljárások után is esetleg rejtve maradhat (2. ábra). Ilyen esetben a felület optikailag tökéletesnek látszik, de



2. ábra. A mélyebb karcolások környezetében a polírozás után is maradnak rejtett kristályhibák (1 polírozott felület, 2 sérült kristályrészek, 3 ép kristály, 4 a polírozásnál eltávolított réteg, 5 sérült réteg, 6 karcok, 7 csiszolt felület)

ennek ellenére hibás, és a károsodott részek veszélyeztetik a következő műveletek eredményességét (3. ábra). A karcolásokat okozhatják pl. nagyobb csiszolószemcsék, vagy pedig — és ez az általánosabb eset — a szeletek széleiről letöredezett anyagrészek. Célszerű tehát a csiszoló eljárásoknál a szeletek széleit körkörösén megmunkálni annak érdekében, hogy a kitöredezés elkerülhető legyen.

## 2. A roncsolt réteg hatása a félvezető eszközök működésére

A roncsolt réteg hatása a félvezető eszközök működésére a következő:

a) A mechanikai feszültségek a szeletet ért hőkezelések (epitaxiás növesztés, diffúzió stb.) hatására diszlokációkká alakulnak át. Az eredeti kristályszerkezet közben romlik és a diszlokációsűrűség több nagyságrenddel megemelkedik.

b) A csiszolás közben a repedésekbe beékelődött csiszolószemcsék nem kívánt szennyezéseket visznek a kristályrácba.



c) Megváltozik a kisebbségi töltéshordozók felületi rekombinációjának sebessége és a kívánt villamos paraméterek nem érhetőek el.

d) A diffúziós és ötvözési folyamatok a repedések mentén fokozottabban mennek végbe, az átmenet határvonala tehát nem egyenes vonalú és ennek hatására megnő a zajszint, ill. átütések keletkeznek.

e) Az epitaxiás növekedés a hibás részeknél tökéletlenül megy végbe, pl. ikernövekedés következhet be és rétegződési hibák keletkeznek.

f) A görbült felület önmagában is megnehezíti az egyes technológiai műveletek tökéletes végrehajtását, pl. a planáris technológiában a fotográvirózásnál szükséges maszkolást.

### 3. A roncsolt réteg vastagságát meghatározó paraméterek

A felületi megmunkálás következtében kialakuló roncsolt réteg vastagságát, ill. szerkezetét az alkalmazott technológia paraméterei határozzák meg. Tekintsük át tehát J. W. FAUST [7] összefoglaló tanulmánya alapján ezeknek a paramétereknek a hatását, kiegészítve a megmunkálandó alapanyag saját-ságaival:

a) A csiszolópor szemcseátmérője és a sérült réteg vastagsága között Si és Ge egykristályok esetében lineáris összefüggés figyelhető meg. FAUST szerint Ge felületen a roncsolt réteg vastagsága a szemcseméret 70%-a, Si felületen pedig 15%-a.

b) A csiszolópor anyaga is befolyásolja az eredményt. A használatos csiszolóanyagok: az alundum ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ), a szilíciumkarbid (SiC) és a gyémántpor. Az  $\text{Al}_2\text{O}_3$  és a gyémántpor szemcséi közel gömb alakúak, a SiC viszont hengeres.

c) Adott szemcseméretű csiszolópor esetén a csiszolás kivitelezési módjától is lényegesen függ a sérült réteg vastagsága. Pl. a rögzített szemcsék vastagabb, a szabadon mozgó szemcsék vékonyabb roncsolt réteget hoznak létre. A csiszolótárcsa forgási sebessége, az alkalmazott nyomás, a tárcsa anyaga mind lényeges paramétere a csiszolási technológiának. A sok változó igen megnehezíti az irodalomban közölt eredmények összehasonlítását és értékelését.

d) A szuszpendáló közeg és a hőmérséklet befolyása is kimutatható. A szuszpendáló anyag általában víz. Maró keverékek (pl. borkősav vizes oldata) használata csökkenti, a hőmérséklet emelése pedig növeli a roncsolt réteg vastagságát.

e) Adott csiszolási technológia esetén is lényeges eltérés figyelhető meg különböző alapanyagok csiszolásakor. Bár konkrét összefüggést nem ismerünk, de megállapítható, hogy általában keményebb anyagokon vékonyabb roncsolt réteg keletkezik.

f) Az azonos alapanyagokon kialakult roncsolt réteg vastagsága orientációjától függő. Feltételezhető, hogy az alakítás közben elsősorban hasadás játszódik le, és a hasadás a legtömöttebb {111} síkokon következik be. A hasadás

szempontjából azok az  $\{111\}$  síkok a kedvezőek, amelyek a kristályfelülettel kis szöveget zárnak be. A lehetséges hasadási síkok az  $\{111\}$  felülettel  $0^\circ$ - és  $70,5^\circ$ -os, az  $\{100\}$  felülettel  $54,75^\circ$ -os és az  $\{110\}$  felülettel  $35,27^\circ$ -os és  $90^\circ$ -os szöveget zárnak be.\*

A kísérleti eredmények is igazolták azt a feltételezést, hogy a roncsolt réteg vastagsága az  $\{111\}$ , az  $\{110\}$  és az  $\{100\}$  kristálytani orientációk sorrendje szerint növekszik.

#### 4. A roncsolt réteg vastagságának mérési módszerei

Láttuk, hogy a roncsolt réteg vastagságát a számos nehezen kézben tartható technológiai tényező befolyásolja. Ezzel magyarázható a roncsolt réteg vastagságáról az irodalomban található sok ellentmondó adat. Az eltérések visszavezethetők egyrészt a mérési módszerek különbözőségére, valamint a csiszolás technológiai megoldásának eltérő voltára. Mi sem jellemzőbb a kérdésre, mint R. STICKLER és J. W. FAUST [11] dolgozata, amelyben a két szerző hosszas viták után arra a következtetésre jutott, hogy mindkettőjük mérése korrekt, de az egyikük módszerével azt a mélységet határozták meg, amennyire a sérülés maximálisan behatolt az alapanyagba, a másik módszerrel viszont a sérült rész átlagos mélységét mérték. Ezek a tények azt a felismerésünket támasztják alá, hogy a csiszolással megmunkált felületet a roncsolt réteg vastagsága, ill. szerkezete szempontjából minden egyes kutatóhelyen külön ajánlatos megvizsgálni.

Az általában alkalmazott vizsgálati eljárások a következők lehetnek:

a) Az *optikai módszerek* (interferencia és fáziskontraszt mikroszkópia) gyorsak, kis beruházást jelentenek és eléggé elterjedtek. A megfigyeléseket általában rövid idejű kémiai maratás vagy dekorációs eljárás előzi meg. A roncsolt réteg vastagsága ferde csiszolatok készítése után közvetlenül is meghatározható. Ezt a módszert többen is alkalmazták [3, 10, 12–15].

b) Szokásos, elsősorban a polírozott felületek *elektronmikroszkópos* vizsgálata. A felvételek replika alkalmazásával készülnek, 5000–30 000-szeres nagyításokkal [16, 17].

c) A kristályrács szerkezetéről a legtöbb információt a *diffrakciós módszerekkel* kapjuk. A hibás rácsrészek különböző kontrasztfeltételek hatására kimutathatók vagy elválaszthatók a hibátlan tartományoktól.

Jó felbontóképességük folytán igen előnyösek az *elektrondiffrakciós* módszerek. A felvétel készítési módja lehet felületi reflexiós, ill. transzmissziós. A transzmissziós technikával a még vizsgálható réteg azonban rendkívül vékony, így Si esetében kb.  $2 \mu\text{m}$ . Ezáltal a mintakészítés nehézkes és a meg-

\* Az  $\{111\}$  felületeken a hasadás mindkét említett síkon végbemehet, természetesen a felülettel párhuzamos síkokon nagyobb valószínűséggel, az  $\{110\}$  felületnél a  $90^\circ$ -os hasadás nem valószínű.

figyelhető térfogat is kicsiny. Alkalmazása elsősorban a kutatásban indokolt [18].

H. POSER a kristályszerkezetet lépcsősen maratott mintákon vizsgálta *felületi reflexiós technikával*. A felvételeken az ún. Kikuchi-vonalak megjelenése volt a tökéletes kristályfelület kritériuma. Ily módon a minták felületének ismert mélységű fokozatos maratásával a roncsolt réteg vastagsága nagy biztonsággal megállapítható [4].

A *röntgendiffrakciós* eljárások gyors és roncsolásmentes mérésekre adnak lehetőséget, tehát az üzemi gyártásellenőrzés céljaira is alkalmasak [19].

A *röntgendiffrakciós topográfiával* az egykristály „hibatérképét” készíthetjük el. Egyidejűleg több négyzetcentiméteres felületről készíthetünk felvételt, akár 2–3 mm vastag kristályszeletről is. A felbontás azonban korlátozott, kb. 2–5  $\mu\text{m}$  a még elkülöníthető pontok távolsága. A felvételeken a felületi, ill. térfogati hibák is jól megkülönböztethetők [18, 20–22].

Ha a teljes kristályfelületről egy átlagos, a minőségre jellemző mérőszámot kívánunk meghatározni, ez az ún. *diffrakciós görbe* („rocking curve”) felvétele útján lehetséges. Hasonló eredménnyel jár a *dinamikus hatások* mérése is. A mérések általában az integrált intenzitás, az anomális abszorpciós és az extinkciós effektusok változásainak nyomankövetésére irányulnak. Segítségükkel a kristályrács tökéletlenségei „számszerűen” és fokozatosan követhetők, pl. ismételt maratások hatása vizsgálható [9, 14, 18, 23–27].

d) A roncsolt réteg vastagságára jellemző adatok birtokába juthatunk, ha a réteg különböző fizikai hatásait vizsgáljuk. Célravezető pl. a *villamos jellemzők*, mint pl. a felületi rekombináció sebességének mérése [28].

e) Többen vizsgálták a *marási sebesség változását* a roncsolt réteg vastagságának függvényében. A marást állandó hőmérsékleten azonos időtartamig végezve mérték az eltávolított anyagmennyiséget. Ha a marási sebesség állandóvá vált, a felületen a kristályszerkezet már tökéletesnek tekinthető. A módszer reprodukálhatósága kb. 2% és más mérési módszerekkel is kielégítően egyezik [7, 12, 14, 29].

f) A csiszolt felület minősége igen jól jellemezhető a csiszolás okozta *görbületi sugár mérésével*. A mérés történhet optikai úton [30–33] vagy pl. röntgendiffrakciós módszerekkel [34, 35].

### III. Kísérleti módszerek

A csiszolt félvezető felületekre vonatkozó vizsgálatainkat röntgendiffrakciós módszerekkel végeztük, mégpedig az egyedi hibák vizsgálatát Lang-típusú röntgendiffrakciós topográfiával. A röntgentopográfias vizsgálatainkról más helyen már részletesen beszámoltunk [22]. Ebben a dolgozatunkban is szeretnénk kiemelni a módszer érzékenységét, mert ilyen módon viszonylag egyszerű eszközökkel egyedi diszlokációk is jól megfigyelhetők.

A kristályszeletek felületi minőségéről értékes információkat kaptunk a roncsolt réteg hatására keletkezett *görbület mérésével*. Az általánosan ismert mérési, optikai mechanikai eljárások helyett egy általunk kialakított diffrakciós mérési módszert alkalmaztunk [35]. Módszerünk lényege (röviden összefoglalva) az, hogy széles, de megközelítőleg párhuzamos röntgensugár-nyalábbal megvilágított kristályszeleten megfelelő beállítás után a karakterisztikus komponensek keskeny nyalábok formájában reflektálódnak. A reflexiós helyzet rögzítése után a szeletet saját síkjával párhuzamosan elcsúsztatva, a reflektált vonalak helyzete változatlan, ha az elcsúsztatás vonalán belül a *reflektáló síkok orientációja változatlan* marad. Ha orientációváltozás van, a reflektált vonalak ezzel arányosan elvándorolnak. Az elcsúsztatás távolságán ( $h$ ) belül fellépő  $\varepsilon$  orientációeltérést a  $K_{\alpha,2}$  komponensek ismert szögfelbontásához viszonyítottuk. A leképezés fotóemulzióra történik, melynek helyzete rögzített (eltérés pl. a Lang-típusú topográfiától).

Ha az orientációeltérés a lemezen folyamatos, a szelet gömbfelület mentén görbült és a görbületi sugár  $R = h/\varepsilon$ . A módszer közepes pontosságú, de gyors és teljesen roncsolásmentes. A felvételekészítés az értékelésekkel együtt mindössze 5–10 percet vesz igénybe. A szeletek felületi kialakítása nem befolyásolja a mérési pontosságot, eltérően az optikai vagy mechanikai módszerektől.

Az általunk alkalmazott berendezésen pl. 20 mm átmérőjű szeleten minimalisan 10 szögmásodperces orientációeltérések mérhetőek és ez kb. 200 m-es görbületi sugárnak felel meg. A csiszolt felületek hatására keletkezett görbületi sugár ennél lényegesen kisebb;  $R = 1-3$  méter.

A görbületmérések céljaira készült felvételeinkről további, *az egykristályfelületre jellemző adatok* is nyerhetőek. Ugyanis a karakterisztikus vonalak távolsága, ill. eltolódása a görbületre, a vonalak szélessége pedig a kristályrács minőségére jellemző.

A felvételeket Mo-anódú  $1 \times 1$  mm effektív fókuszfelületű *Philips* gyártású sugárforrással készítettük 50 kV és 20 mA gerjesztés mellett. A fókuszszelet távolság 1300 mm, film-szelet távolság a topográfiás felvételeknél 10 mm, a görbületméréseknél kb. 60 mm volt.

A reflektáló síkok az  $\{111\}$  orientációjú mintákon a felületre merőleges  $\{110\}$  síkok voltak. A felvételeket *Ilford L 4/100*  $\mu\text{m}$ -es emulzióra, ill. *Gaevert D 7-es* és *D 4-es* filmre készítettük.

#### IV. A kísérleti eredmények

Kísérleteinkhez  $\{111\}$  orientációjú Si és Ge szeleteket alkalmaztunk. Külön mérési sorozatban vizsgáltuk a különböző csiszolási technológiákat és a különböző csiszolóanyagok hatását. Si lemez felületét 600-as szitaszámú

alfa-korund vizes szuszpenziójával állótárcsán kézzel csiszolva, a *roncsolt réteg vastagságát* 6—8  $\mu\text{m}$ -nek találtuk. A 250  $\mu\text{m}$  vastag, mindkét oldalán csiszolt, majd az egyik felületén mart Si szeleteken mért görbületet az I. táblázatban tüntettük fel. Mindkét oldalán csiszolt, majd az egyik felületén mart 500  $\mu\text{m}$  vastag germánium szeleteken mért görbületi sugarat a II. táblázatban foglaltuk össze.

I. táblázat

Csiszolt felületű Si kristálylemezek görbülete

A csiszolás módja	A csiszolópor		Görbületi sugár, R [m]
	anyaga	szemcsemérete [szitaszám]	
Lapmaster technológiával csiszolva*	SiC	600	2,0
	SiC	800	2,9
Forgó acéltárcsán kézzel csiszolva	SiC	600	1,45
Állótárcsán egyenként kézzel csiszolva	SiC	600	1,8
	SiC	800	1,5
	$\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$	500	1,3
	$\alpha - \text{Al}_2\text{O}_3$	800	1,1

\* A Lapmaster technológia lényege, hogy forgó öntöttvas csiszolótárcsán az ellentétes irányban forgó szelettartó szerszám, rögzítő gyűrű irányítására, bolygó mozgást ír le. A szerszámra a megmunkálandó szeleteket folyadék (pl. glicerin) segítségével illesztik és a csiszolás folyamán állandó vizes szuszpenziót adagolnak. A Lapmaster síkcsiszoló berendezést a Payne Prod. Int. Lim. angol cég gyártja.

II. táblázat

Csiszolt felületű Ge lemezek görbülete

A csiszolás módja	A csiszolópor		Görbületi sugár, R [m]
	anyaga	szemcsemérete [szitaszám]	
Lapmaster technológiával csiszolva	SiC	500	2,5
	SiC	600	3,0
	SiC	800	3,7
Állótárcsán egyenként kézzel csiszolva	SiC	500	2,5
	SiC	600	3,0
	SiC	800	3,0

## V. Az eredmények értékelése

Röntgendiffrakciós topográfias módszerrel végzett vizsgálataink alapján megállapítottuk, hogy a csiszolás által létrehozott rácshibák összefüggő kontrasztként figyelhetők meg a felvételeken (4. ábra). A roncsolt réteg a szelet maratása után eltűnik és megjelenik a kristály diszlokációhálózata (5. ábra).

Roncsolt réteg vastagságának meghatározásán kívül a csiszolási eljárás minősítésére alkalmasnak találtuk a csiszolás okozta görbület mérését is.

Mindkét felületén csiszolt szeleten természetesen görbület nem mérhető, a két ellentétes hatás kiegyenlíti egymást. Az egyik felületről pl. kémiai-mechanikai polírozással eltávolítva a roncsolt réteget, a szelet rugalmasan deformálódik. Vizsgálatainkat általában ilyen módon kialakított mintákon végeztük és ez megegyezik a planáris technológia műveleti sorában alkalmazott egykristályos szeletek szokásos kiindulási állapotával. A görbület a szeletek mindkét oldalának lemarása után eltűnt, a szelet visszanyeri eredeti sík voltát.

Az 1. és 2. táblázatban feltüntetett eredmények jól egyeznek C. WENZEL [30] adataival, aki  $12 \mu\text{m}$  átmérőjű szemcsékkel végzett csiszolás után 2,5 m-es görbületi sugarat és W. DASH [33] eredményeivel, aki 1,2 m-es görbületi sugarat mért optikai úton.

Állótárcsán kézzel csiszolva a szeleteket a kisebb szemcseátmérőjű csiszolóanyaggal lényegesen *hosszabb* idő szükséges egyenletes csiszolt felület kialakításához. Ez a tény okozza azt a látszólagos ellentmondást, hogy kisebb szemcseátmérőjű porokhoz kisebb görbületi sugár tartozik.

A germánium felületén csiszolás után vastagabb roncsolt réteg alakul ki, minthogy azonban a szeletek is vastagabbak voltak, a görbületi sugár értéke nagyobb. Feltehetően a vastagabb roncsolt réteggel magyarázható az a tény, hogy az eltérő minőségű csiszolóanyagok hatása Ge esetében a görbületnél kevésbé nyilvánul meg, a roncsolt réteg bizonyos fokig „védi” az alapkristályt a csiszolószemcsék közvetlen hatásától.

A görbületi sugár, ill. a roncsolt réteg vastagságának ismeretében közelítő számítást végeztünk a felületi rétegben kialakult átlagos feszültség meghatározására, figyelembe véve a görbület forgási paraboloid jellegét [8]. Számításunkhoz a következő összefüggést használtuk:

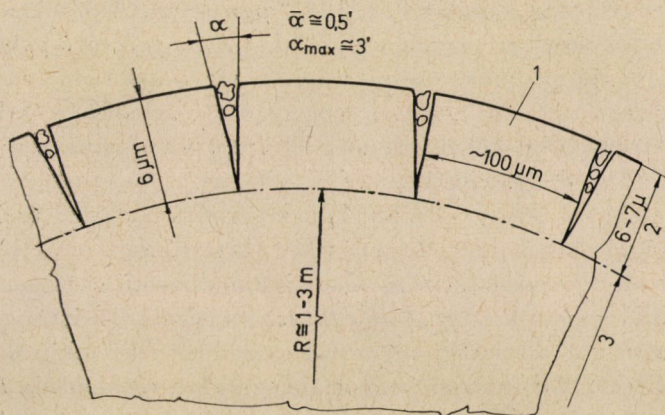
$$\sigma_{\text{film}} \approx \frac{E}{(1-\nu)^3} \cdot \frac{(t_{\text{substr.}})^2}{t_{\text{film}}} \cdot \frac{1}{2R},$$

ha  $t_{\text{substr.}} \gg t_{\text{film}}$ .

Az egyenletben a következő jelöléseket használtuk:  $E$  a kristályhordozó Young modulusa;  $\nu$  a Poisson-szám;  $t_{\text{substr.}}$  és  $t_{\text{film}}$  az alapkristály, ill. a roncsolt réteg vastagsága;  $R$  a görbületi sugár. A szorzat első tagja  $\{111\}$  orientációjú kör alakú Si szeletet feltételezve  $7,684 \cdot 10^{11} \text{ dyn/cm}^2$ . Továbbá pl.  $t_{\text{substr.}} = 220 \mu\text{m}$ ,  $t_{\text{film}} = 6 \mu\text{m}$ ,  $R = 2 \text{ m}$  paramétereket véve, az egyenlet alapján  $\sigma_{\text{film}} = 1,5 \cdot 10^9 \text{ dyn/cm}^2$ .

Az átlagos feszültség megközelíti J. R. PATEL és A. R. CHAUDHURI által mért  $\sigma_{\text{max}} = 6 \cdot 10^9 \text{ dyn/cm}^2$  értéket [36], amely a Si szobahőmérsékleten mért folyási határa. A helyi feszültségcsúcsok természetesen az átlagosnál jóval nagyobbak lehetnek és elérhetik az említett határértékeket is.

A görbületi sugarat vagy pontosabban az ismert távolságon belüli orientáció eltérést ismerve, következtetéseket vonhatunk le az egyedi blokkokra töredezett részek közötti kristálytani orientáció eltérésekkel kapcsolatban. A számításnál feltételeztük, hogy a blokkok azonos méretűek és az orientáció eltérés egyenletesen oszlik meg közöttük (6. ábra). A blokkok szélessége a topográfiai felvételek alapján kb.  $100\ \mu\text{m}$ -nek vehető. Ha  $R = 1$  méter a görbületi sugar, az egyedi blokkok között kb.  $0,5$  szögperc az átlagos orientáció különbség.



6. ábra. A csiszolás hatására eltérően orientált „blokkok” alakulnak ki (1 töredezett „blokkok”; 2 roncsolt réteg; 3 ép kristály)

A diffrakciós vonalak szélesedése alapján ennél az átlagos szögeltérésnél nagyobb, kb. 3 perces eltéréseket mértünk. A különbség feltehetően abból adódik, hogy a blokkok között az orientáció különbség nem egyenletesen oszlik meg. Ezért is hangsúlyozni kívánjuk, hogy a 6. ábrán bemutatott modell csupán közelítő képet szolgáltat és csak a tényleges helyzet vázlatos szemléltetésére alkalmazható.

A görbületmérések céljaira készült felvételek alapján értékes információkat kaptunk a szeletek felületének hibaszerkezetéről is.

Tekintsünk meg egy olyan felvételt, amelyen egy Si egykristály szelet különböző minőségű felületi részlete látható (7. ábra). A minták hátoldala közel tökéletes szerkezetű, a vizsgált felület egy részét roncsolt réteg borítja, a másik része pedig hibamentes. A hibamentes felületről reflektálódó  $K_{\alpha 1}$  és  $K_{\alpha 2}$  komponensek szélességét a sugárnyaláb divergenciája, a karakterisztikus vonalak spektrális szélessége és a kristályrács minősége határozza meg. Mint-hogy ezen a felületen a kristályrács közelítőleg tökéletes volt, és a spektrális szélesség elhanyagolhatóan kicsiny, kiterjedésüket elsősorban a sugárnyaláb divergenciája határozza meg. A hibás részeken, ahol a kristályrács torzulásokat tartalmazott, a vonalak jelentősen kiszélesedtek. A szelet szélei felé ez a hatás

még erősebb, tehát ezeken a részeken a megmunkálás közben keletkezett hibák fokozottabbak. (Geometriai vagy egyéb diffrakciós hatások ezt nem okozhatják, mert a hibátlan részeken a kiszélesedés nem jelentkezik.) Az anomáliát a szeletek széleire érkező „friss” csiszolószemcsék és a csiszolószerszámoknak a vízszintes iránytól való esetleges eltérései (pl. kézi csiszolás) okozzák. Si egykristályon a csiszolt felület minőségét különböző mélységekben tanulmányozhatjuk, a felület rétegenkénti lemarását (ún. lépcsős marást) alkalmazva. Ezt a kísérletünket a 8a. és 8b. ábrásorozaton mutatjuk be.

A karakterisztikus vonalak 0, 1, 3, 4, 7  $\mu\text{m}$ -es mart lépcsőket hidaltak át. A számszerű értékelések érdekében a vonalakat Zeiss gyártású gyorsfotométerrel mértük ki, majd grafikusán ábrázoltuk. A vízszintes tengelyen a reflexiós szög relatív változásait, a függőleges tengelyen a feketedés értékeket ábrázoltuk. A fotometrált görbékkel egyidejűleg feltüntettük a karakterisztikus vonalak egyikének ( $K_{\alpha 1}$ ) diffrakciós képét.

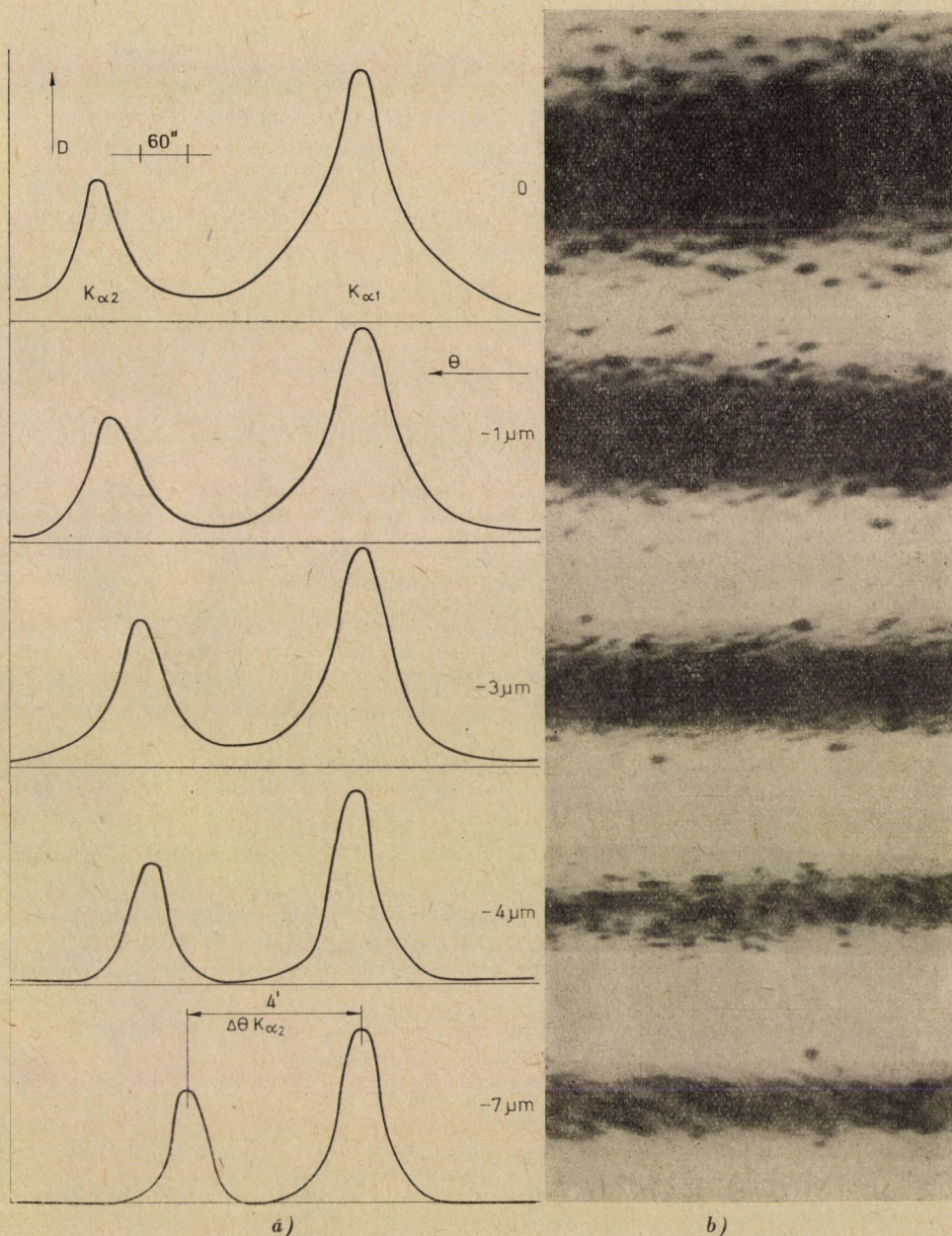
Az összefüggő roncsolt réteg kb. 4  $\mu\text{m}$  eltávolítása után eltűnik, de a meglevő pontszerű rácshibák helyi torzulásokra (kitöredezett gödrök) mutatnak. Ezt a megfigyelést alátámasztja az alapszint ugrásszerű csökkenése is. 7  $\mu\text{m}$  eltávolítása után a gödrök nagy része eltűnt, megjelenik a kristálytömb eredeti diszlokációs hálózata, a kristályfelület már „tökéletesnek” tekinthető. A vonalak távolsága (görbület) hasonlóképpen fokozatosan csökken és 7  $\mu\text{m}$ -es lépésnél eléri a sík kristálylemezen elméletileg is indokolt  $K_{\alpha 1,2} \approx 4$  szögperces értéket [Si ( $\bar{2}20$ ) reflexió,  $\text{MoK}_\alpha$  sugárzás].

A görbület méréséhez készített felvételeinkben több esetben felfigyelünk a szeleten rejtve maradt mikrorepedésekre is. A repedést a nem kielégítően végzett csiszolás okozta. A repedések környezetében eltorzulnak a karakterisztikus vonalak (9. ábra), vagy pedig az alapszint a feszültségtér hatására megemelkedik, vagyis a feszültségmező diffrakciós képe megjelenik a felvételen (10. ábra). Hasonlóképpen az ilyen típusú felvételek alapján becsülhető az alapanyag-diszlokáció sűrűsége, természetesen a Lang-felvételekhez viszonyítva rosszabb felbontással.

## VI. Következtetések

Az idevonatkozó irodalom áttanulmányozása és saját vizsgálataink alapján arra a következtetésekre jutottunk, hogy a csiszolási eljárások jellemzésére közölt adatok a roncsolt réteg vastagságára vonatkozóan csak adott technológiával elvégzett és mások által nehezen vagy alig reprodukálható felületi megmunkálásokra érvényesek. Az egyes műveletek, így a csiszolás kivitelezésénél is az irodalmi adatok gépies felhasználása helyett a minősítéshez mindenképpen szükséges saját vizsgálati módszereket kialakítani. A vizsgálat történhet vagy egyszerűen optikai módszerekkel, vagy igényesebb diffrakciós mód-





8. ábra. A roncsolt réteg fokozatos eltávolításával arányosan csökken a karakterisztikus vonalak távolsága és szélessége; az ábrán a karakterisztikus vonalak fotometrált görbéi (a) és a  $K_{\alpha 1}$  vonal egy részletének fotomásolata (b) látható

szerekkel. Nem elégedhetünk meg azonban egy jellemző, pl. a roncsolt réteg átlagos vastagságának meghatározásával. A vizsgálatokat ki kell terjeszteni a roncsolt réteg egyenletességének, a különböző helyi behatások pl. karcok hatásának és a roncsolt réteghordozó kristály kölcsönhatásainak tanulmányozására. Ez utóbbi paraméter a szelet görbületére vonatkozó vizsgálatokat is magában foglalja. Vizsgálataink alapján kidolgoztuk azokat az ellenőrzési módszereket, amelyekkel a csiszolt félvezető felületeinket egyértelműen minősíteni tudjuk, és a roncsolt réteg vastagságán és egyenletességén kívül a szelet görbülségét mint paramétert is tekintetbe vesszük.

\*

Köszönetünket fejezzük ki SZÉP IVÁNNak és GADÓ PÁLnak értékes tanácsaikért, megjegyzéseikért, valamint ZOLTAI GYULÁnak a csiszolási kísérletekben való aktív közreműködéséért.

### IRODALOM

1. MENDEL, E.—JENSEN, E. W.: *Semicond. Prod.* **8** (1965), 29.
2. PHARO, W. P.: *US Gov. Res. Rept.* AD 264 249.
3. MENDEL, E.: *Solid-State Techn.* **10** (1967), 10.
4. POSER, H.: *I.H.T. Mitteilungen* **2** (1963), 62.
5. STICKLER, R.—BOOKER, G. R.: *Phil. Mag.* **8** (1963), 859.
6. PUGH, E. N.—SAMUELS, L. E.: *Phil. Mag.* **8** (1963), 301.
7. FAUST, I. W.: *Electrochem. Techn.* **2** (1964), 339.
8. GLANG, R.—HOLMWOOD, R. A.—ROSENFELD, R. L.: *Rev. Sci. Instr.* **36** (1965), 7.
9. RENNINGER, M.: *Crystallography and Crystal Perfection* (Ed. RAMACHADRAN, G. N.) Academic Press, New York 1963; 145.
10. PUGH, E. N.—SAMUELS, L. E.: *J. Electrochem. Soc.* **111** (1964), 1431.
11. STICKLER, R.—FAUST, I. W.: *Electrochem. Techn.* **4** (1966), 399.
12. MENDEL, E.—JACOBSEN, H. R.: *Semicond. Prod.* **8** (1965), 38.
13. BOGENSCHÜTZ, A. F.—LANGHEINRICH, W.—MESSINGER, W.: *Metalloberfläche* **18** (1964), 193.
14. BUCK, F. M.—MCKIM, F. S.: *J. Electrochem. Soc.* **103** (1957), 539.
15. GUTSCHE, H. W.: Surface Damage in Si (előadás). IEEE Mikroelektronikai Szimpozium, Clayton (Miss.) 1967.
16. NOGGLE, T. S.—STIEGLER, I. O.: *J. Appl. Phys.* **30** (1959), 1279.
17. BOGENSCHÜTZ, A. F.—MENDEL, E.—MEIERAN, E. S.: *J. Appl. Phys.* **36** (1965), 2544.
18. STICKLER, R.—MEIERAN, E. T.: *Trans. AIME* **242** (1968), 413.
19. AULEYTNER, I.: *X-ray Methods in the Study of Defects in Single Crystals*. Pergamon Press, New York 1967.
20. SCHWUTTKE, G. H.: *US Gov. Res. Rept.* AD 608 335 (1965), 91.
21. SACCOCIO, E. J.—KKEOWN, W.: *J. Appl. Phys.* **38** (1967), 2702.
22. RÓZSA, É.—STEFÁNYAI, V.: *Tungstam Techn. Mitt.* (közlés alatt).
23. KNUDSEN, J. F.: *Advances in X-ray Analysis* (7. kötet). Plenum Press, New York 1964; 159.
24. WEISSMANN, S.: *Acta Cryst.* **7** (1954), 729.
25. AOKI, H.—MARUYAMA, S.: *J. Phys. Soc. Japan* (1965), 731.
26. KATO, I.—SHINOZAKI, T.—GOTO, K.: *Toshiba Rev.* **19** (1964), 1272.
27. GADÓ, P.—NÉMETHNÉ SALLAY, M. (előadás): I. Magyar Röntgendiffrakciós Konferencia, Dobogókő 1960.
28. KCKELVEY, J. P.—LONGINI, R. L.: *J. Appl. Phys.* **25** (1954), 634.
29. GATOS, H. C. et al.: *J. Electrochem. Soc.* **108** (1961), 645.
30. WENZEL, CH.: *SCP and SST* **10** (1967), 40.
31. TALONI, A.—HANEMAN, A.: *Surface Science* **8** (1967), 323.
32. RÓZSA, É.—STEFÁNYAI, V.: X-ray Topographic Investigation on Mechanically Treated Silicon Wafers (előadás). IV. Magyar Röntgendiffrakciós Konferencia, Esztergom 1968.
33. DASH, C. W.: *J. Appl. Phys.* **29** (1958), 228.

34. HOLLOWAY, H.—BOBB, L. C.: *J. Appl. Phys.* **39** (1968), 2467.  
35. STEFÁNIAY V.: *Mérés és Automatika* **17** (1969), 217.  
36. PATEL, J. R.—CHANDHURI, A. R.: *J. Appl. Phys.* **34** (1963), 2788.

**Untersuchung der zerstörten Schichtstruktur an der Oberfläche von Halbleiter-Einkristallen.** Die Verfasser beschäftigen sich mit der Struktur und der Ausdehnung der an der Oberfläche von Halbleiter-Einkristallen beim Schleifen entstehenden zerstörten Schicht und den diesbezüglichen Untersuchungsmethoden. Sie berichten über ihre röntgen-diffraktometrischen Untersuchungen der Struktur, bzw. der Stärke der zerstörten Schicht auf Germanium und Siliziumplättchen der Orientation  $\{111\}$ . Ähnlicherweise maßen sie röntgen-diffraktometrisch die unter der Wirkung von mechanischen Einflüssen entstandene Krümmung der Plättchen und berichten darüber, daß sie zwischen der Größe des Krümmungsradius und der Qualität des Schleifverfahrens Zusammenhänge fanden.

**Investigation of the Destroyed Layer Structure on the Surface of Semiconductor Monocrystals.** The authors deal with the structure and the extent of the layer destroyed by grinding on the surface of semiconductor monocrystals and the related investigation methods. They present the results of their X-ray diffractometric examinations of the structure and the thickness of the damaged layer on  $\{111\}$ -oriented germanium and silicon plates. In a similar way they measured by X-ray diffractometry the curvature of the slices caused by mechanical action and report on relationships between the radius of curvature and the quality of the grinding operation.



# A MINTAVÉTELEZÉS VALÓSZÍNŰSÉGELMÉLETI ANALÍZISE

JANOSITZ JÁNOS

[Beérkezett 1969. március 7-én]

A dolgozat egy halmaz folytonosan változó sajátága esetén vizsgálja a reprezentatív mintavétel problémáját. A minták egyenlő sűrűségű elhelyezkedése esetére megállapítja meghatározott számú mintavételnél a minta ama környezetét, amelyet annak reprezentálnia kell. Ezen az alapon megadja az  $n$  dimenziós térben a pontszerű és általában a  $k (< n)$  dimenziós minták súlyozását, továbbá azt, hogy a különböző dimenziójú minták esetén az adott valószínűség-szintű hibaintervallum meghatározása a pontszerű mintavételhez hasonlóan történhet. Analóg elven alapul a véges anyaghalmazból történő mintavétel esetén annak az eldöntése, hogy a minták milyen súllyal veendők figyelembe. Végezetül megvizsgálja, hogy miként számítható egyszerűen a különböző átlagértékek súlyozott összegének hibája.

## I. Bevezetés

Egy  $\xi$  valószínűségi változó értékeire vonatkozó, egymástól független megfigyelési adatok összességét *mintának*, az ilyen adatok megfigyelését *mintavételnek* nevezzük. A minta elemeitől azok függetlenségét kívánjuk meg, hogy a minta a vizsgált halmazról reprezentatív képet adjon. Hogyan érhető ez el, ha a halmaz vizsgált jellemzőjének eloszlása folytonos egy  $[a, b]$  korlátos intervallumon?

Ha e feltétel mellett a vizsgált jellemző a megfigyelési koordináták függvényében is folytonosan változik, úgy a mintavételi helyeknek, megközelítőleg egyenletes sűrűségben kell elhelyezkedniök a vizsgált tartományon belül. Ellenkező esetben — amikor is az említett tartománynak csak egy részéből veszünk mintákat — általában nem nyerhetünk reprezentatív képet az egészből.

A zárt intervallumra vonatkozó eloszlásfüggvényt ugyanis fel lehet bontani adott részintervallumok nagyságával arányos súlyú részintervallumbeli eloszlások összegére:

$$F(x) = \sum_{i=1}^n S_i F_i(x) \tag{1}$$

és

$$S_i = \frac{a_i}{A},$$

ahol

$F(x)$  az  $A$  terjedelmű intervallumban a vizsgálandó  $x$  érték eloszlásfüggvénye;  
 $x_i$  a vizsgált intervallumon belül elhelyezkedő rész-intervallum „nagysága”;  
 $F_i(x)$  a résztartomány  $x$  eloszlásfüggvénye.

Mint ahogy  $F_i(x)$  általában eltér az  $F(x)$ -től, így a szűkebb tartományból vett mintákból felvehető empirikus eloszlásfüggvény sem fog az  $F(x)$ -hez közelíteni. Tehát az adott tartományból lehetőleg úgy veszünk mintát, hogy a szomszédos minták egymástól mért „távolsága” a tartományon belül megközelítőleg egyező legyen, azaz egyenlő „sűrűség”-ben legyenek az egész tartományban. Így biztosítjuk leginkább azt, hogy a minták reprezentatívak legyenek, mert egy-egy mintaelem egyező nagyságú, de a vizsgált tartomány más-más részéből kerül ki. Vagyis amikor minden mintaelem egyenlő nagyságú és a vizsgált rész különböző helyein elhelyezkedő, a folytonos változásból következően pedig általában más és más sajátosságú részt „jellemez”, akkor a minta reprezentatívnak tekinthető.

Ez természetesen kizárja azt az esetet, ha két minta között az átmenet folytonos és a két minta közvetlenül egymás mellett helyezkedik el. Így ugyanis mindkét minta ugyanazt a részt jellemezné, és ez a rész pedig indokolatlanul szerepelne kettős súllyal az átlagban. Ezért e két minta átlagát egy mintaelemnek kell tekinteni.

De vajon milyen „távolságon” belül helytálló ez az állítás? Ez a következők szerint határozható meg. Induljunk ki abból, hogy minden mintaelem egyenlő fontosságú. (Általában nincs olyan mintaelem, melynek kitüntetett szerepe lenne.) Ha a minták száma —  $N$  — és minden minta a környezetét jellemzi, ez pedig minden minta esetében ugyanakkora, ebből következik, hogy minden minta ugyanolyan  $-r$  sugarú környezetét reprezentálja, amely a vizsgált egésznek —  $N$ -ed része. Ezek alapján, ha két minta  $r$ -nél közelebb van egymáshoz, akkor nem tekinthetők külön mintaelemeknek. Az eddigiek alapján vizsgáljunk meg néhány a minták súlyozásával kapcsolatos problémát

## II. Többszörös integrálok Monte-Carlo-módszerrel való becslése

Vizsgáljuk meg az

$$I = \int_{G_n} f_n(P_n) dP_n = \int_{G_n} \eta_n dP_n \quad (2)$$

alakú integrált, ahol

$G_n$  adott tartomány az  $n$  dimenziós térben;  
 $P_n = P_n(x_1, x_2, \dots, x_n)$  a  $G_n$  tartományhoz tartozó pontok;  
 $dP_n = dx_1, dx_2, \dots, dx_n$ .

Ha a  $G_n$  tartományban egyenletes eloszlású  $N$  számú  $P_{ni}$  pontunk van, úgy az  $I$  integrál becslése a következőképpen történhetik:

$$I = |G_n| \cdot M \{f_n(P_n)\} \cong |G_n| \cdot \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N f_n(P_{ni}) = \frac{|G_n|}{N} \sum_{i=1}^N \eta_{ni},$$

ha

$$f_n(P_{ni}) = \eta_{ni} \quad (3)$$

Itt  $|G_n|$  a  $G_n$  tartomány nagyságát jelenti  $\left[ \prod_{i=1}^N c_i \right]$  dimenzióval, ha az  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) változók dimenziója  $[c_i]$ .

Ha a (2) integrálból az  $x_n$  változó szerinti integrálást elvégezzük, úgy:

$$I = \int_{G_{n-1}} f_{n-1}(P_{n-1}) dP_{n-1} = \int_{G_{n-1}} \eta_{n-1} \cdot dP_{n-1}, \tag{4}$$

ahol

$$f_{n-1}(P_{n-1}) = \int_{x_n = x_n(P_{n-1})}^{x_n = x_n(P_{n-1})} f_n(P_n) dx_n, \tag{5}$$

A  $G_{n-1}$ ,  $P_{n-1}$ ,  $dP_{n-1}$ , valamint az  $\eta_{n-1}$  értékek értelmezése az előbbiekhöz hasonló.

Ha általában  $k$  változó szerinti integrálást végzünk el, úgy az  $\eta_{(n-k)}$  változóhoz jutunk. Ezek után felmerülhet a kérdés, ha  $N$  egyező dimenziójú  $\eta_{(n-k)i}$  és  $N$  különböző dimenziójú  $\eta_{(n-k)i}$  érték adott ( $k$  is változik), hogyan becsülhető az  $I$  értéke. Az első esetben az  $\eta_{(n-k)}$  várható érték közelítése:

$$\bar{\eta}_{(n-k)} = \frac{\sum_{i=1}^N \eta_{(n-k)i}}{\sum_{i=1}^N |G_{(n-k)i}|}, \tag{6}$$

ahol  $|G_{(n-k)i}|$  azon hipersíkrészek nagysága, amely hipersíkrészben értelmezett  $f_n(P_n) = \eta_n$  értékek integráljai adják az  $f_{(n-k)}(P_{(n-k)}) = \eta_{(n-k)}$  változókat.

Az  $\eta_{(n-k)i}$  elemű mintát is akkor tekintjük reprezentatívnak, ha két minta nincs  $r$ -nél kisebb távolságra egymástól. Az  $r$  értéke itt abból a feltételből határozható meg, hogy az egyes hipersíkrészek  $r$  sugarú környezetének értékeiből képzett összegnek a  $|G_n|$  értékével kell egyeznie.

Ha pontszerű mintavétel történt ( $k = 0$ ), akkor az átlagérték adott valószínűségi szinthez tartozó hibakorlátja számítható [4, 5]. Nem pontszerű mintavételnél, ha (6) összefüggés alapján kapjuk az  $\bar{\eta}_{(n-k)}$  értéket, úgy az adott valószínűségi szinten a hiba nagyságát a következő  $N'$  alapján határozhatjuk meg.

$$N' \cong \frac{|G_n|}{|G_{er}|}, \tag{7}$$

Ahol  $|G_{er}|$  egy pontszerű minta  $r$  sugarú környezetének nagysága. Az  $r$  értéke a minták alapján az előzőekben leírt módon határozandó meg. Ha pedig az  $f_n(P_n) = \eta_n$  értékek szórása meghatározható a  $|G_n|$  tartományban, úgy az  $\eta_{(n-k)i}$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) minták alapján az átlagérték hibája a pontszerű

mintavételhez hasonló módon történhet az  $N'$  felhasználásával. Ha viszont az  $\eta_{(n-k)i}$  értékeknél a  $k$  is változik, úgy az

$$\bar{\eta}_{ni} = \frac{\eta_{(n-k)i}}{|G_{(n-k)i}|} \quad (8)$$

mintaértékek alapján kell az  $\eta_n$  átlagot számítani.

Az  $\eta_{ni}$  minták is akkor „reprezentatívak”, ha az egyes hipersíkrészek nincsenek  $r$ -nél kisebb távolságra egymástól. Az  $r$  az eddigiekhez hasonlóan abból határozható meg, hogy az egyes  $|G_{(n-k)i}|$  hipersíkrészek —  $r$  sugarú környezetei nagyságának a  $|G_n|$ -nel kell egyeznie.

Legyen az egyes hipersík részek  $r$  sugarú környezetének nagysága  $|G_{(n-k)ir}|$ . Így

$$\bar{\eta}_n = \frac{\sum_{i=1}^N |G_{(n-k)ir}| \bar{\eta}_{ni}}{|G_n|} \quad (9)$$

Vagyis az egyes  $\bar{\eta}_{ni}$  mintákat olyan súllyal kell számításba venni, amelyen nagyságú részt „reprezentálnak” a  $|G_n|$  nagyságú térrészből. Az  $r$  ismeretében az előzőkhöz hasonlóan itt is meghatározható az  $N'$ .

### III. Mintavétel véges anyagalmazból

Legyen egy anyagmennyiség valamely  $x$  sajátjának eloszlása  $F(x)$ . Ha az  $F(x)$  egy zárt intervallumon folytonos és szigorúan monoton, úgy a várható érték becslése az előzőekben tárgyalt módszerekkel történhet  $N$  elemű  $x_i$  minta alapján. A gyakorlati életben az  $x_i$  pontszerű mintavétel többnyire nem lehetséges. A  $V$  térfogatú anyagból általában mintavétel esetén egy  $\Delta V_i$  mennyiséget választanak, és a laboratóriumban meghatározzák e mennyiségre vonatkozó átlagos  $x_i$  értéket. Ha egy  $F(x)$  eloszlású sokaságból mindig ugyanolyan nagyságú  $\Delta V_i$  mintát veszünk, akkor a  $\Delta V_i$  térfogathoz tartozó átlagos  $x_i$  értékek eloszlása  $F_i(x)$ . Ha az ehhez tartozó  $\sigma$  érték  $\sigma_i$ , úgy fennáll, hogy

$$\sigma_i \leq \sigma, \quad (10)$$

ahol  $\sigma$  az  $F(x)$  eloszlású változó szórása. Ez bármely  $\Delta V_i < V$  nagyságú minta esetén fennáll. A várható érték hibájára pedig a [4, 5]-ben ismertetett összefüggések itt is érvényesek.

Ezekután megvizsgáljuk azt, hogy a különböző valószínűségi szintekhez tartozó hibakorlát becslése hogyan történhet akkor, ha a minták különböző nagyságúak. E kérdések vizsgálatánál két esetet különböztetünk meg:



a) Ha a

$$\sum_{i=1}^N \Delta V_i = \Delta V \quad (11)$$

mintaösszesség elhanyagolhatóan kicsiny a vizsgált anyagmennyiséghez képest. (Ha  $\Delta V$  csak néhány %-a a  $V$ -nek.)

b) Ha  $\Delta V$  a  $V$ -hez képest nem elhanyagolható.

Vizsgálataink egyszerűsítése érdekében tekintsük a  $\Delta V_i$  térfogatú mintákat  $r_i$  sugarú gömböknek. Vagyis

$$\frac{4 r_i^3 \pi}{3} = \Delta V_i. \quad (12)$$

Tehát az eddigiekhez hasonlóan értelmezett  $r$  érték meghatározása a következő összefüggés alapján történhet:

$$\sum_{i=1}^N \frac{4(r_i+r)^3 \pi}{3} = V. \quad (13)$$

Ebből belátható, hogy az a) esetben

$$r \simeq \sqrt[3]{\frac{3V}{4N\pi}}, \quad (14)$$

mert  $\Delta V/V$  elhanyagolható mennyiség. Így az  $r$ -hez képest az  $r_i$  is elhanyagolható. Vagyis a különböző  $\Delta V_i$  térfogatú minták így megközelítőleg egyező térfogatot reprezentálnak, tehát a belőlük meghatározott  $x_i$  értékek egyenlő súllyal veendőek figyelembe.

A b) esetben a (13) egyenlet alapján meg kell határozni az  $r$  értékét, és ennek ismeretében az  $\bar{x}$ -et a következőképpen számítjuk:

$$\bar{x} = \frac{4\pi}{3V} \cdot \sum_{i=1}^N (r_i+r)^3 x_i. \quad (15)$$

Azaz, minden minta olyan súllyal kerül az átlagba, amilyen nagyságú részt „reprezentál” a  $V$  térfogathból.

Természetesen ezek a számítások is csak akkor helytállóak, ha a minták egymástól függetlenek és reprezentatívak. A [3]-ban bizonyítva van, hogy a súlyozott középértékeknel előnyösebb az egyenlő súlyú közönséges középérték, mert ennek a legkisebb a szórása. Ez viszont abból a feltételből, hogy egy minta annak  $r$  sugarú környezetét „reprezentálja” is bizonyítható véges anyaghalmból történő mintavételnél.

A (13) összefüggés alapján meghatározható  $r$  érték, akkor minimális

$$\sum_{i=1}^N \Delta V_i = \Delta V = \text{állandó} \quad (16)$$

feltétel mellett, kötött  $N$  és  $\Delta V$  esetén, ha a minták egyező nagyságúak ( $\Delta V_i = \Delta V_j = \Delta V/N$ ;  $i \neq j$ ).

#### IV. Különböző átlagértékek súlyozott összegének hibája

Legyen  $\nu$  különböző eloszlású és  $V_i$  nagyságú ( $i = 1, 2, \dots, \nu$ ) sokaságunk. Ezek mindegyikéből  $n_i$  ( $i = 1, 2, \dots, \nu$ ) elemű mintavétellel megállapítottuk annak átlagértékét. Kérdés, mennyi ezen átlagértékek

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^{\nu} p_i \bar{x}_i \quad (17)$$

$$\left( p_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^{\nu} V_i} \right)$$

súlyozott összegének hibája egy adott valószínűségi szinten. A probléma felfogható úgy, mint  $\nu$  egymás mellett elhelyezett halmaz, amelynek egészéből

$$N = \sum_{i=1}^{\nu} n_i \quad (18)$$

elemű mintavétel történt.

Ha a minták reprezentatív elhelyezkedésűek az előbbieket szerint a rész-halmazokban, úgy meg kell vizsgálni, hogy a halmaz egészét tekintve is azok-e. Ez a következőképpen történhet:

Minden részhalmazban kiszámítjuk, hogy az egyes minták milyen  $r$  sugarú környezetet reprezentálnak. Ez arányos az

$$r_i^* = \sqrt{\frac{p_i}{n_i \pi}} \quad (i = 1, 2, \dots, \nu) \quad (19)$$

értékkel, ha a halmaz kétdimenziós. Ha az  $r_i^*$  ( $i = 1, 2, \dots, \nu$ ) értékek megegyeznek, az egész probléma úgy kezelhető, mintha

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^{\nu} p_i^2 \sigma_i^2 \quad (20)$$

szórásnégyzetű sokaságból történt volna  $N$  elemű mintavétel. Ha az  $r_i^*$  értékek egymástól eltérők, legegyszerűbb a legnagyobb  $r_i^*$  alapján meghatározni egy

$$N' = \frac{1}{(r_{\max}^*)^2 \pi} \quad (21)$$

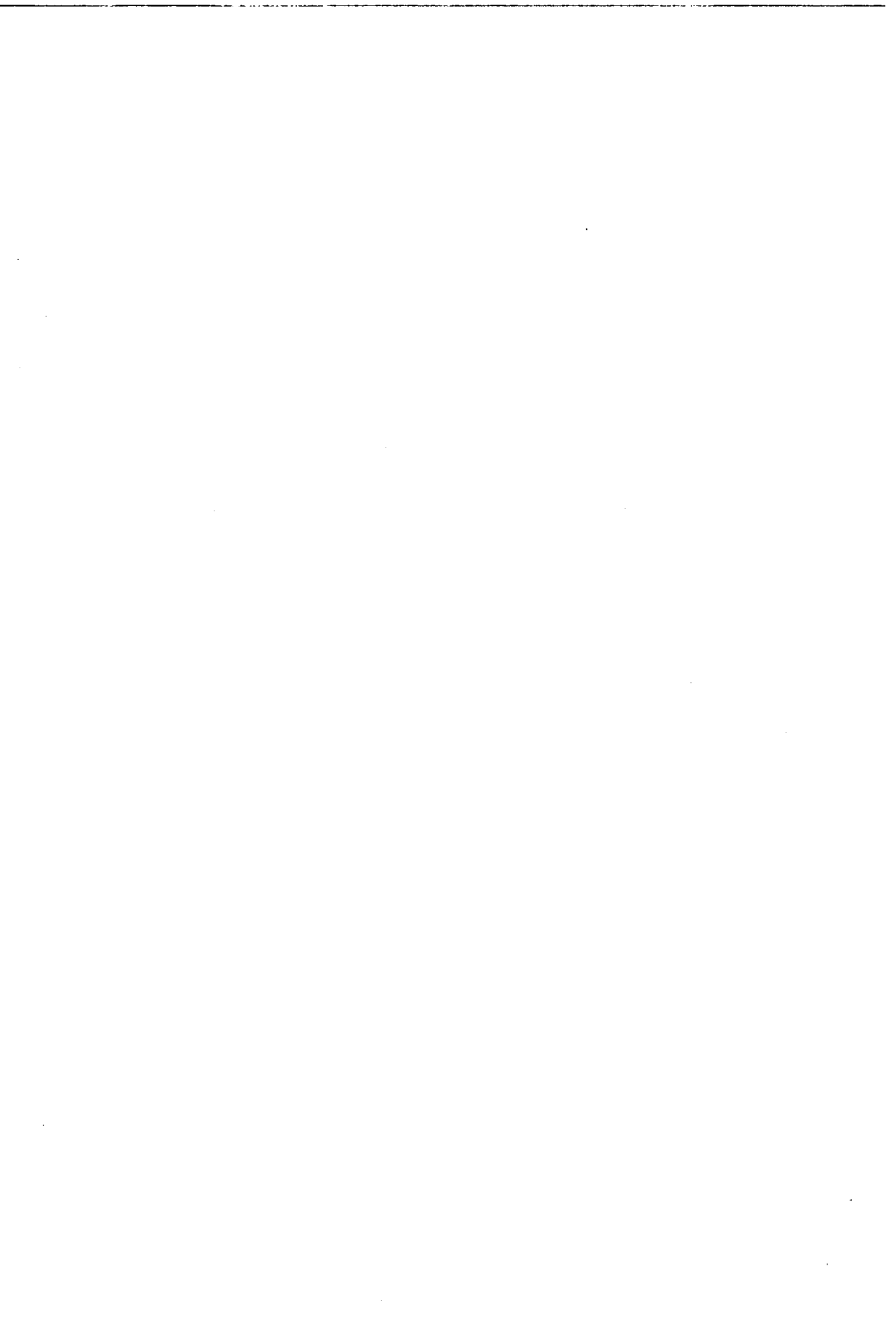
értéket és így a  $\sigma$  és az  $N'$  ismeretében a [4, 5]-ben ismertettek szerint számítható az  $\bar{x}$  hibája egy adott valószínűségi szinten.

#### IRODALOM

1. BECKENBACH, E.: Modern matematika mérnököknek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1960.
2. JANOSITZ, J.: Ocena reprezentatywnosci pobieramia próbek. *Przeglad Geologiczny* (1969), Nr. 8.
3. JÁNOSY LAJOS: A valószínűségelmélet alapjai és néhány alkalmazása, különös tekintettel mérési eredmények kiértékelésére. Tankönyvkiadó, Budapest 1965.
4. PRÉKOPA ANDRÁS: Valószínűségelmélet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1962.
5. RÉNYI ALFRÉD: Valószínűségszámítás. Tankönyvkiadó, Budapest 1954, 1966.
6. SREJGYER, I. U.: Monte-Carlo — módszerek. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1965.
7. SMIRNOV, N. W.—DUNIN, I. W.—BARKOWSKI: Mathematische Statistik in der Technik. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1963.

**Wahrscheinlichkeitstheoretische Untersuchung der Stichprobenentnahme.** Die Arbeit untersucht das Problem der repräsentativen Probenahme im Fall einer stetig veränderlichen Eigenschaft einer Menge. Für den Fall der gleichmäßig dichten Anordnung der Proben wird für eine bestimmte Anzahl von Probenahmen diejenige Umgebung der Probe festgestellt, welche sie repräsentieren muß. Auf dieser Grundlage wird im  $n$ -dimensionalen Raum das punktartige, allgemein das  $k$  ( $< n$ )-dimensionale Gewicht der Probe angegeben; ferner wird nachgewiesen, daß bei Proben von verschiedenen Dimensionen die Bestimmung des Fehlerintervalls auf gegebenem Wahrscheinlichkeitsniveau ähnlich wie bei der punktartigen Probenahme erfolgen kann. Auf einem analogen Prinzip beruht bei einer Probenahme aus einer endlichen Materialmenge die Entscheidung über das Gewicht, mit welchem die Proben zu berücksichtigen sind. Schließlich wird untersucht, wie der Fehler der gewogenen Summe der verschiedenen Durchschnittswerte einfach berechnet werden kann.

**Analysis of Sampling According to the Theory of Probability.** The paper examines the problem of representative sampling in the case of the continually changing property of a set. For a uniformly dense arrangement of the samples and a determined number of samplings, that environment of the sample is established, which it must represent. On this basis in the  $n$ -dimensional space the punctual, and in general the  $k$  ( $< n$ )-dimensional weighting of the sample is given; further it is proved that for samples having different dimensions the error interval at a given level of probability may be determined in a manner similar to the exact sampling. The decision on the weight of the samples is based on an analogous principle when sampling is done from a finite set of matter. Finally the simple calculation of the error of the weighted sum of the various mean values is examined.



# KÉMIAI ELEMZÉSEK PONTOSSÁGÁNAK ELLENŐRZÉSE AZ ÁSVÁNYELŐKÉSZÍTŐMŰVEKNÉL

PETHŐ SZILVESZTER

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK KANDIDÁTUSA  
NEHÉZIPARI MŰSZAKI EGYETEM ÁSVÁNYELŐKÉSZÍTÉSTANI TANSZÉK, MISKOLC

[Beérkezett 1968. december 2-án]

A tanulmányból a kémiai elemzések ellenőrzésének, elsősorban az ásványelőkészítő műveknél alkalmazható módszere ismerhető meg. Laboratóriumi ásványelőkészítési kísérlet súlykihozatalát súlyméréssel és a három termék minőségének többszöri megvizsgálásával az átlagos minőségi adatokból a súlykihozatal ismert képletével is meghatározhatjuk. A súlymérésekből számított súlykihozatal hibamentesnek tételezzük fel. A módszer lényegéhez az is hozzátartozik, hogy a vizsgálatot úgy kell elvégezni, hogy az elemzéseket mintavételi hibák gyakorlatilag ne terheljék; így ugyanazon terméknek többszöri meglemezéséből számítható szórás csak a vizsgálati módszer hibáját adja. A pontos és az elemzések átlagából számítható súlykihozatal között különbség van: a tanulmányban bemutatott matematikai-statisztikai módszer segítségével tudunk arra következtetni, hogy a két súlykihozatal közötti különbség véletlen jellegű elemzési hibából vagy a vizsgálati módszer szisztematikus hibájából fakad. A cikk a módszer alkalmazásának bemutatására számpéldákat is közöl.

A kémiai elemzések pontosságának, megbízhatóságának ellenőrzésére többféle módszert ismerünk. Az eladó és fogyasztó viszonylatában mindennapos gyakorlat ugyanazon laboratóriumi mintaanyagnak más laboratóriumban, más személyek által ugyanazon, sokszor szabvány szerinti módszerrel való elemzése. Az elemzések ellenőrzésének egy másik módszere, hogy olyan anyagot elemzünk meg, amelynek kémiai összetételét igen megbízhatóan előre ismerjük. Ugyanannak a mintaanyagnak más-más módszerekkel való meglemezése különösen akkor hasznos, ha az elemzési módszerek között megbízható mérési eljárás is van.

A következőkben olyan módszerrel ismerkedünk meg, amelynek segítségével a kémiai elemzések megbízhatóságáról, pontosságáról egyszerű súlymérés útján győződünk meg. Az ismertetésre kerülő módszert különösen célszerű ásványelőkészítő műveknél alkalmazni. A módszernek ugyanis az a lényege, hogy laboratóriumi ásványelőkészítési művelet súlykihozatalát súlyméréssel és az ásványelőkészítési termékek többszöri meglemezése és az átlagos tulajdonságok kiszámítása után a súlykihozatal ismert képletével, tehát az

$$s = 100 \frac{\bar{a} - \bar{c}}{\bar{b} - \bar{c}} \quad (1)$$

összefüggéssel is meghatározzuk.

Az (1) összefüggést a keverék ( $A$ ) és a szétválasztott termékek súlyára ( $B, C$ )

$$A = B + C$$

és ugyanezen termékek alkotórészeire vonatkozó

$$\bar{a}A = \bar{b}B + \bar{c}C$$

egyenletekből tudjuk levezetni, ha az első egyenletből  $C$ -t a másodikba behelyettesítjük és ebből az egyenletből a  $B/A$  hányadost, tehát a koncentrátum és a feladott termék súlyának hányadosát kiszámítjuk. Ha ezt a hányadost 100-zal megszorozzuk, akkor a súlykihozatalt kapjuk meg [12].

A felírt összefüggésekben az  $A, B$  és  $C$  súlyokat jelentenek; az  $\bar{a}, \bar{b}$  és  $\bar{c}$  pedig százalékosan kifejezett olyan alkotórészeket — pl. fémtartalmakat — amelyek a minőségről adnak felvilágosítást. A súlyméréssel megállapított súlykihozatalt hibamentesnek tételezzük fel, ha a súlyméréseket megfelelő gondossággal végezzük el.

A  $B$  és  $C$  termékek súlymérésénél is követtünk el hibát, de az így elkövethető hiba nagysága lényegesen, több nagyságrenddel kisebb az elemzési eredményekből számítható  $s$  súlykihozatal hibájánál. Ha a súlyméréssel megállapított súlykihozatalra, tehát az

$$S = 100 \frac{B}{B + C}$$

függvényre alkalmazzuk a hibatovaterjedés törvényét, és a súlymérésnél a  $B$  és  $C$  értékek meghatározásánál elkövetett hibákat  $\mu_g$ -vel jelöljük, akkor a súlykihozatal hibájára a következő összefüggést tudjuk levezetni:

$$\mu_S = \frac{\mu_g}{B + C} [(100 - S)^2 + S^2]^{1/2}.$$

Ezen összefüggésben a szögletes zárójelen belüli rész maximális értéke  $100^2$ , minthogy pedig  $B + C = A$ , azért

$$\mu_S \leq \frac{100\mu_g}{A}.$$

Ha  $A = 10^3$  g,  $\mu_g = 10^{-2}$  g (ennyi a gyorsmérlegek érzékenysége), akkor  $\mu_S = 10^{-4}$  %. Az elemzésekből megállapítható súlykihozatal hibájának nagysága ( $\mu_S$ ) általában a később bemutatandó példák szerint  $10$ – $10^{-1}$  % közötti nagyságrendű; így jogos az a feltételezés, hogy a súlyméréssel megállapított súlykihozatalt az elemzési eredményekből számítható súlykihozatalhoz képest hibátlanak tételezzük fel.

Ha ettől a hibamentes  $S$  értéktől az  $s$ , a súlykihozatal  $\mu_S$  hibájának kétszeresénél nagyobb értékkel eltér, akkor a laboratóriumi elemzések során — az általános matematikai statisztikai gyakorlat szerint — szinte biztos, hogy szisztematikus hibát is elkövettünk; ha az eltérés a súlykihozatal hibájának kétszerese vagy a kétszeresénél kisebb, akkor valószínű, hogy csak véletlen jellegű hibákat vétettünk. Annak érdekében, hogy az  $s$  súlykihozatal  $\mu_S$  hibáját meg tudjuk határozni, ismernünk kell az elemzési eredmények, tehát a keverék ( $\bar{a}$ ) és a szétválasztási termékek minőségeinek ( $\bar{b}$  és  $\bar{c}$ )  $\mu_a, \mu_b$ , és  $\mu_c$  véletlen jellegű hibáit. Ezek a véletlen jellegű hibák az  $\bar{a}, \bar{b}$  és  $c$  számtani átlagok szórá-

sai, és így az (1) függvényre alkalmaznunk kell a

$$\mu_s^2 = \left(\frac{\partial s}{\partial \bar{a}}\right)^2 \mu_a^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial \bar{b}}\right)^2 \mu_b^2 + \left(\frac{\partial s}{\partial \bar{c}}\right)^2 \mu_c^2 \quad (2)$$

szerint a hibatovaterjedés törvényét. Az összefüggésben szereplő részleges differenciálhányadosok a következők:

$$\frac{\partial s}{\partial \bar{a}} = \frac{100}{b - \bar{c}}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial s}{\partial \bar{b}} = -100 \frac{\bar{a} - \bar{c}}{(\bar{b} - \bar{c})^2} = -\frac{s}{\bar{b} - \bar{c}}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial s}{\partial \bar{c}} = 100 \frac{\bar{a} - \bar{b}}{(\bar{b} - \bar{c})^2} = -\frac{100 - s}{\bar{b} - \bar{c}}. \quad (5)$$

A (3), (4) és (5) egyenleteknek a (2)-be való helyettesítésével azt kapjuk, hogy

$$\mu_s^2 = \left(\frac{100}{\bar{b} - \bar{c}}\right)^4 [(\bar{b} - \bar{c})^2 \mu_a^2 + (\bar{a} - \bar{c})^2 \mu_b^2 + (\bar{a} - \bar{b})^2 \mu_c^2], \quad (6)$$

illetve

$$\mu_s^2 = \frac{1}{(\bar{b} - \bar{c})^2} [100^2 \mu_a^2 + s^2 \mu_b^2 + (100 - s)^2 \mu_c^2]. \quad (7)$$

A (6) összefüggésben a termékek tulajdonságait kifejező alkotórészek és a megfelelő hibák a szögletes zárójelen belül bizonyos szabályszerűséggel követik egymást; a (7) összefüggésben a termékek minőségeinek hibái a megfelelő súlyszázalékkal vannak megszorozva. A súlykihozatal hibája annál kisebb, minél nagyobb a keletkező termékek minőségének különbsége ( $\bar{b} - \bar{c}$ ), értéke függ magától a súlykihozattól is: a (7) összefüggésből látható, hogy  $s$  annál nagyobb, minél inkább megközelíti a súlykihozatal a zérust, ill. a 100-at; 50%-os súlykihozatalnál a szögletes zárójelen belüli  $100^2 \mu_a^2 + s^2 \mu_b^2 + (100 - s)^2 \mu_c^2$  értéknek minimuma van, ha a hibák értékei azonosak. Annak érdekében, hogy a súlykihozatal hibájának nagyságáról ( $\mu_s$ -ről) megfelelő képet tudjunk magunknak alkotni a  $[100^2 + s^2 + (100 - s)^2]$  függvény képét megrajzoltuk (I. ábra) és néhány szénmosási és ércelőkészítési görbe adataihoz a  $\mu_s$  értékeket kiszámítottuk (I. és II. táblázat) úgy, hogy a  $\mu_a$ ,  $\mu_b$  és  $\mu_c$  hibákat egységnyinek vettük fel.

Az I. ábrán bejegyezve találjuk az említett függvény maximális, minimális és átlagos értékeit. Az I. táblázatban a várpalotai szenek különböző szitaosztályainak fajsúlyozási adatait látjuk [1] és a kiszámított  $\mu_s$  értékek kisebb súlykihozatalnál lényegesen nagyobbak, mert szenek esetében kisebb

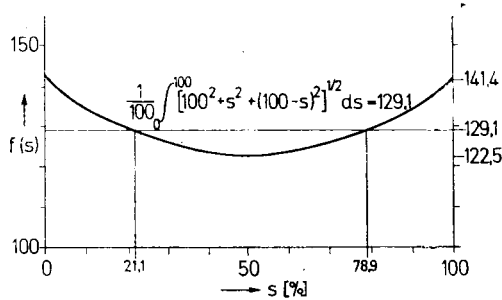
## I. táblázat

## A várpalotai szénosztályozó szitaosztályainak

Fajsúlyhatárok	1-10 mm					
	$\Delta s$ [%]	$s$ [%]	$a$ [%]	$b$ [%]	$c$ [%]	$ \mu_s $ [%]
1	2	3	4	5	6	7
<1,25	15,36	15,36	10,01	10,01	26,30	8,10
1,25-1,30	52,50	67,86	13,55	12,75	47,13	3,64
1,30-1,45	10,50	78,36	23,21	14,15	58,74	2,89
1,45-1,60	10,88	89,24	51,93	18,76	65,63	2,87
1,60<	10,76	100,00	65,63	23,80	—	—
	100,0		23,80			

Fajsúlyhatárok	10-30 mm					
	$\Delta s$ [%]	$s$ [%]	$a$ [%]	$b$ [%]	$c$ [%]	$ \mu_s $ [%]
1	8	9	10	11	12	13
<1,25	33,54	33,54	12,78	12,78	27,30	8,59
1,25-1,30	39,39	72,93	13,89	13,38	46,82	3,79
1,30-1,45	14,95	87,88	28,35	15,93	69,59	2,49
1,45-1,60	4,04	91,92	61,08	17,91	73,85	2,43
1,60<	8,08	100,0	73,85	22,43	—	—
	100,0		22,43			

súlykihozataloknál a termékek minőségében kisebb a különbség. A II. táblázat adatait úgy nyerték, hogy rudabányai ércet különböző térerősségnél mágnese-sen szeparáltak és a szeparálás termékeit Fe-re, BaSO<sub>4</sub>-re és SiO<sub>2</sub>-re is megele-mezték [2]. Minthogy a termékek SiO<sub>2</sub> tartalmai különböznek legkevésbé, ezért az említett feltételnél a SiO<sub>2</sub> tartalmakból számítható súlykihozatalok hibái a legnagyobbak, ha az elemzési hibák azonosak a három alkotóra. A javasolt módszer tehát annál hatásosabb, ill. annál kevesebb kémiai elemzésre van szükség a szisztematikus hibák kiszűrésére, minél nagyobb a laboratóriumi dúsítás során keletkező termékek minőségének különbsége és mennél inkább megközelíti a súlykihozatal az 50%-ot.



1. ábra



fajsúlyozási adatai és a  $\mu_s$  hibák értékei

30–60 mm						
Fajsúlyhatárok	$\Delta s$ [%]	$s$ [%]	$a$ [%]	$b$ [%]	$c$ [%]	$ \mu_s $ [%]
1	14	15	16	17	18	19
<1,25	62,22	62,22	10,74	10,74	33,45	5,41
1,25–1,30	22,10	84,32	15,05	11,87	59,38	2,77
1,30–1,45	5,71	90,03	32,28	13,16	74,89	2,19
1,45–1,60	2,58	92,61	61,07	14,50	79,72	2,09
1,60 <	7,39	100,0	79,72	19,32	—	—
	100,0		19,32			

60–120 mm						
Fajsúlyhatárok	$\Delta s$ [%]	$s$ [%]	$a$ [%]	$b$ [%]	$c$ [%]	$ \mu_s $ [%]
1	20	21	22	23	24	25
<1,25	68,94	68,94	10,23	10,23	32,12	5,73
1,25–1,30	19,50	88,44	14,14	11,09	62,46	2,61
1,30–1,45	2,88	91,32	30,75	11,71	72,98	2,21
1,45–1,60	2,33	93,65	61,47	12,95	77,20	2,13
1,60 <	6,35	100,0	77,20	17,03	—	—
	100,0		17,03			

Annak matematikailag egzakt eldöntésére, hogy a kémiai elemzéseket szisztematikus hibák terhelik-e vagy sem, a

$$\lambda = \left| \frac{S - s}{\mu_s} \right| \stackrel{!}{\geq} 2 \quad (8)$$

formula szolgál. Ha  $\lambda > 2$ , akkor az elemzési eredményeket szisztematikus hibák is terhelik,  $\lambda \geq 2$  esetén — mint már említettük — csak véletlen jellegű hibák lépnek fel.

Különös gonddal kell ügyelnünk arra, hogy  $\mu_a$ ,  $\mu_b$  és  $\mu_c$  elemzési hibákat mintavételi hibák ne terheljék. Ennek érdekében a laboratóriumi ásványelőkészítési kísérletnél a következőképpen járunk el. Néhány kg súlyú anyagot a választott ásványelőkészítési eljárás segítségével úgy választunk két részre, hogy a súlykihozatal 50% körül legyen. Ezután az ásványelőkészítési termékeket az elemzési szemmagyságra, ill. olyan finom szemmagyságra őrljük, hogy a termékekből az elemzési mintasúlyt véletlen módon kivéve, a mintavétel hibája lényegesen kisebb legyen a kémiai elemzés hibájánál és a kémiai elemzés hibáját gyakorlatilag ne befolyásolja. (A mintavételi hiba nagyságának számítási módjáról a [3, 4, 5] alatti munkákban találunk útmutatást.) Ezután mind-

## II. táblázat

Rudabányai krémpát + 2,5 mm-es pörkölt szitaosztálya

$\Delta s$ [%]	$s$ [%]	Fe-tartalom [%]			$\mu_{Fe}$ [%]
		$a$	$b$	$c$	
1	2	3	4	5	6
52,3	52,3	46,22	46,22	7,85	3,2
6,7	59,0	33,38	44,80	3,66	3,0
2,6	61,6	15,86	43,70	2,83	3,0
38,4	100,0	2,83	27,94		
100,0		27,94			

két termék súlyát milligramm pontosságú mérlegen megállapítjuk és e két súlymérésből:

$$S = 100 \frac{B}{B+C} \quad (9)$$

szerint a hibátlan súlykihozatalt kiszámítjuk. (A képletben  $B$  és  $C$  a termékek súlyát jelenti.) Ezután a feladást is előállítjuk, mégpedig úgy, hogy a  $B$  és  $C$  termékeknek Jones-mintakisebbitő segítségével, ill. súlyméréssel pontosan a felét vesszük és a megfelelő terméket jól összekeverjük

$$A/2 = \frac{1}{2} (B+C).$$

Most a termékekből szintén Jones-mintakisebbitő segítségével kivesszük az elemzési mintákat és az elemzéseket elvégezzük. Az elemzési eredményekből kiszámítjuk a számtani átlagokat ( $\bar{a}$ ,  $\bar{b}$  és  $\bar{c}$ ), majd a szórásokat, majd a számtani átlagok szórását, mert a számtani átlagok szórásai ( $\mu_a$ ,  $\mu_b$  és  $\mu_c$ ) szerepelnek a (6), ill. (7) összefüggésekben. A (7)-ben szereplő  $s$ -et (1) szerint számítjuk. (A szórásnégyzetet az elemzési eredményekből

$$\sigma_a^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2,$$

a számtani átlag szórásnégyzetét  $\mu_a^2 = \sigma_a^2$  ( $n$  szerint kell kiszámítani [13].)

Ásványelőkészítőművekben reprezentatív mintát veszünk a koncentrációból és a meddőből, a termékeket a megfelelő szemnagyságra őrljük, majd az ásványelőkészítőmű súlykihozatalának megfelelően a feladást előállítjuk, végül az elemzéseket elvégezzük, ismét vigyázva arra, hogy mintavételi hibát ne vétsünk. Több termékes elválasztás esetén is az említettek szerint járunk el. Ha a termékek minőségére a III. táblázatban található jelöléseket alkalmazzuk

szeparálásának eredményei és  $\mu_c$  értékei

BaSO <sub>4</sub> -tartalom [%]			$\mu_{BaSO_4}$ [%]	SiO <sub>2</sub> -tartalom [%]			$\mu_{SiO_2}$ [%]
a	b	c		a	b	c	
7	8	9	10	11	12	13	14
8,66	8,66	56,00	2,6	12,79	12,79	35,10	5,5
18,42	9,77	62,20	2,4	22,18	13,85	37,20	5,3
34,16	10,80	64,00	2,3	32,44	14,70	37,60	5,4
63,92	31,20			37,56	23,46		
31,20							

és például az  $s_1$  súlykihozatalt az

$$s_1 = 100 \frac{D_1}{D} = 100 \frac{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ a_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & c_2 & d_2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ b_1 & c_1 & d_1 \\ b_2 & c_2 & d_2 \end{vmatrix}} \quad (10)$$

szerint kiszámítjuk, akkor a súlykihozatal hibáját a hibatovaterjedés törvénye szerint kiszámítva, a következő eredményhez jutunk:

$$\begin{aligned} \mu_{s_1}^2 = & \frac{1}{D^2} \{ (c_2 - d_2)^2 \mu_{a_1}^2 + (c_1 - d_1)^2 \mu_{a_2}^2 + s_1^2 (c_2 - d_2)^2 \mu_{b_1}^2 + \\ & + s_1^2 (c_1 - d_1)^2 \mu_{b_2}^2 + [(a_2 - d_2) - s_1(b_2 - d_2)]^2 \mu_{c_1}^2 + \\ & + [(a_1 - d_1) - s_1(b_1 - d_1)]^2 \mu_{c_2}^2 + [(a_2 - c_2) - s_1(b_2 - c_2)]^2 \mu_{d_1}^2 + \\ & + [(a_1 - c_1) - s_1(b_1 - c_1)]^2 \mu_{d_2}^2 \}. \end{aligned} \quad (11)$$

III. táblázat

Jelölések áttekintése több termékes elválasztás esetén

A termék megnevezése	I. alkotórész [%]	II. alkotórész [%]
1	2	3
Feladás .....	$a_1$	$a_2$
I. koncentrátum .....	$b_1$	$b_2$
II. koncentrátum .....	$c_1$	$c_2$
Meddő .....	$d_1$	$d_2$

Egy-egy termékből elég 10–15 elemzést elvégeznünk, ha az elemzési eredmények relatív szórása 5–10%-nál nem nagyobb. Ha a relatív szórás 5–10%-nál nagyobb, akkor több elemzést szükséges elvégeznünk, de mindenképpen elég annyi elemzés, hogy a számtani átlag relatív szórása ( $100 \mu_a/\bar{a}$ ) 5%-nál kisebb legyen.

## IV. táblázat

Hamuelemzések nehéz folyadékokban elválasztott szén esetén

	Feladás [%]	Kis fajsúlyú termék [%]	Nagy fajsúlyú termék [%]	Értékelés
1	2	3	4	5
A mérési adatokból közvetlenül kiszámítható értékek	33,81 33,65 33,89 34,38 34,00 33,94 33,93 34,17 33,68 33,70 34,93	11,41 11,70 11,24 11,01 11,20 11,21 11,04 11,11 11,34 11,67 11,33 11,61	50,33 50,95 50,07 50,31 50,19 50,64 50,11 50,25 50,82 49,98 50,21 50,35 51,33 50,46 50,42 50,13 50,23 51,17 49,71	$S = 100 \frac{203,4}{203,4 + 288,1} = 41,38\%$ $s = 100 \frac{34,01 - 50,40}{11,32 - 50,40} = 41,94\%$ $\mu_s = 0,33$ $\lambda = \frac{41,94 - 41,38}{0,33} = 1,70$
Átlag ( $\bar{a}, \bar{b}, \bar{c}$ ) ..	34,01	11,32	50,40	
Mérések száma (n) .....	11,00	12,00	19,00	
Szórásnégyzet ( $\sigma^2$ ) .....	0,1409	0,0555	0,1702	
Az átlag szórásnégyzete ( $\mu^2$ ) ..	0,01281	0,00463	0,00896	
Relatív szórás [%] .....	1,10	2,08	0,82	
Az átlag relatív szórása [%] ...	0,33	0,60	0,19	

*Példák.* A IV. táblázatban egy teljes értékelést mutatunk be. A kísérletet (203,4 + 288,1 = 491,5 g) kerekén 1/2 kg súlyú szénmintával végeztük el, amelyet 1,5-ös fajsúlyú folyadékokban kettéválasztottunk, és a kis fajsúlyú rész súlyszázaléka 41,38. A vizsgálatot az ismertetett elvek szerint végeztük el, különösen vigyázva arra, hogy a termékek nedvességtartalma állandó maradjon, ezért az előállított termékeket exsikkátorban tartottuk. Az s (41,94%) súlykihozatal  $\mu_s$  hibáját a (7) összefüggéssel számítottuk ki, és mivel  $\lambda$ -ra 1,70 adódott, nincs okunk feltételezni, hogy méréseinket szisztematikus hiba is terhelné. Ez a megállapításunk azért jelentős, mert az aránylag, — kis és nagy hamutartalmú, — homogén termékek és a heterogénebb feladás kiégetésekor a kémiai reakciók azonos módon játszódhatnak le, különben nagyobb különbség lenne a súlyméréssel és az elemzési eredmények alapján megállapított súlyszázalékok között. A nagyobb hamutartalom egyedül csak a vélet-

V. táblázat  
A vas- és rézelemzések értékelése

Az anyag és a módszer megnevezése	S [%]	A termékek		Mérések száma, n	s [%]	Szórás-négyzet	Számítási átlag szórás-négyzete; $\mu_a^2, \mu_b^2, \mu_c^2$	$\mu_s$ [%]	λ
		megnevezése	átlagos tulajdonsága; a, b, c [%]						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rudabányai vasérc, mágneses szeparálás (ZIMMERMANN—REINHARDT nyomán)	$\frac{227,4}{227,4+261,9} \cdot 100 = 46,47$	Feladás, Fe [%]	24,77	10	43,89	0,0483	0,00483	1,19	2,17
		Koncentrátum, Fe [%]	32,63	10		1,091	0,1091		
		Meddő, Fe [%]	18,63	9		0,0498	0,00553		
Recski érc, flotálás: Rézelemzés, elektrolízis W. GIBBS és F. FÖRSTER szerint; vaselemzés titántriklorid mérőoldattal	$\frac{380,1}{380,1+1881,2} \cdot 100 = 16,81$	Feladás, Fe [%]	5,02	12	14,03	0,0064	0,00053	0,44	6,32
		Koncentrátum, Fe [%]	10,47	12		0,0349	0,00291		
		Meddő, Fe [%]	4,13	12		0,0032	0,00027		
		Feladás, Cu [%]	1,10	12	17,09	0,0035	0,00029	0,52	0,54
		Koncentrátum, Cu [%]	4,35	11		0,0309	0,00281		
		Meddő, Cu [%]	0,43	11		0,00075	0,000068		

len jellegű hibák nagyságára van befolyással: ez látszik a szórásnégyzeteknek a hamutartalommal való növekedéséből, ill. a relatív szórásoknak a hamutartalommal való csökkenéséből. (A hamuelemezési hibák részletes analizisét a [6] és [7] alatti munkákban találjuk meg; fém-elemzések hibáival a [8] és [9] alatti cikkekben foglalkoznak.)

Az V. táblázatban fém-elemzések szerepelnek: a táblázat első részében mágneses szeparálással szétválasztott rudabányai vasérc vaselemzéseinek, a második részben pedig flotálással szétválasztott recski érc vas- és rézelemzéseinek értékelései találhatók meg. A táblázat szerint a rézelemzések nagyon megbízhatók ( $\lambda = 0,54$ ), a vaselemzéseket mind a rudabányai, mind a recski érceknél szisztematikus hibák is terhelik ( $\lambda = 2,17$ , ill. a recski érc esetében  $\lambda = 6,32$ ).

A bemutatott módszer csak laboratóriumi kísérletekkel kapcsolatos kémiai elemzések pontosságának ellenőrzésére használható, mert a súlymrések viszonylagos hibamentessége, tehát a módszer kiinduló feltételezése, csak laboratóriumban valósítható meg. A szerző munkájában elsősorban M. BENES [10] cikkét használta fel.

#### IRODALOM

1. KÁPLÁR ZSIGMÓND: Várpalotai lignit dúsíthatósági tulajdonságainak vizsgálata. A Bányászati Kutató Intézet kutatási jelentése (kézirat), Budapest 1960.
2. TÓTH GÁBOR: A rudabányai pátvasérc komplex feldolgozása, különös tekintettel a vaseredúsítómű tervbevett kapacitás-bővítésére. Doktori értekezés (kézirat) 1965.
3. PETHŐ SZILVESZTER: A mintavételezés hatása a bányászati termékek átvételi árára. *MTA VI. Oszt. Közl.* **40** (1968).
4. PETHŐ SZILVESZTER: Szeneink mintavételezési hibáinak gazdasági hatása. *Bányászati és Kohászati Lapok (Bányászat)* **101** (1968), 190—195.
5. PETHŐ, S.: Über ökonomische Auswirkung der Probenahme. *Qualitätskontrolle* **10** (1968); 168, Spalte 78—83.
6. PAUL, H.: Zusammenhänge zwischen der Probenahme von Steinkohle und der Genauigkeit des ermittelten Aschegehaltes. *Glückauf* (1958), 907.
7. KUDELA, V.: Přesnost stanovení vody a popela. *Paliva* (1966), 2.
8. SCHARRNBECK, CH.: Toleranzbereich und Analysengenauigkeit. *Neue Hütte* (1966), 619—623.
9. FRITZ, W.—POLECK, H.: Über die Fehler beim Messen und die praktische Beurteilung von Messergebnissen. *Archiv für techn. Messen* (1965); 67—70, 81—84, 115—116.
10. BENES, M.: Die Kontrolle der Ergebnisse chemischer Analysen bei Aufbereitungsprozessen. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe)* **16**; H 1, 2—4.
11. ECKSCHLAGER, K.: Fehler bei chemischer Analysen. Akademische Verlagsgesellschaft (Geest und Portig KG.), Leipzig 1965.
12. TARJÁN GUSZTÁV: Ércelőkészítés. Tankönyvkiadó, Budapest 1955.
13. ERDEY LÁSZLÓ: Bevezetés a kémiai analizisbe (Második rész: Térfogatos analizis). Tankönyvkiadó, Budapest 1953.

**Checking of the Accuracy of Chemical Analyses at Mineral Dressing Works.** The paper presents a method for checking chemical analyses, applicable in the first place with mineral dressing works. The weight per cent concentration of laboratory mineral dressing experiments may be determined from the average quality data with the well-known formula of weight per cent concentration by weighing and also by repeated examination of the quality of the three products. The weight per cent concentration calculated from weighing is assumed to be backing in errors. It belongs to the essence of the method that the examination must be carried out so that practically no sampling errors should affect the analyses, thus the dispersion to be calculated from the repeated analyses of the same product can result only from the fault of the examination method. There is a difference between the accurate weight per cent concentration and that calculated from the average of the analyses: with the mathematical statistical method described in the paper it is possible to conclude as to whether the difference between the two weight per cent concentrations are due to a random error of the analysis or to the systematic error of the examination method. The paper also shows numerical examples for the application of the method.

**Kontrolle der Genauigkeit von chemischen Analysen in Mineralaufbereitungswerken.**

Der Artikel gibt eine Methode der Kontrolle von chemischen Analysen an, die in erster Reihe bei Mineralaufbereitungswerken angewandt werden kann. Die Gewichtsausbringung des Laborversuchs bei der Mineralaufbereitung kann durch Wägen und durch die mehrmalige Untersuchung der Qualität der drei Produkte aus den durchschnittlichen Qualitätsdaten mit der bekannten Formel der Gewichtsausbringung bestimmt werden. Die aus der Wägung berechnete Gewichtsausbringung wird als fehlerfrei angenommen. Es gehört zum Wesen der Methode, daß die Untersuchung so ausgeführt werden muß, daß die Analysen durch keine Probenahmefehler belastet werden. So ergibt die aus der wiederholten Analyse ein und desselben Produkts berechenbare Streuung nur den Fehler der Untersuchungsmethode. Zwischen der genauen und der aus dem Durchschnitt berechneten Gewichtsausbringung besteht ein Unterschied: mit Hilfe der in der Studie beschriebenen mathematisch-statistischen Methode kann darauf geschlossen werden, ob der Unterschied zwischen den beiden Gewichtsausbringungen aus einem zufälligen Fehler der Analyse oder einem systematischen Fehler der Untersuchungsmethode stammt. Die Anwendung der Methode wird an numerischen Beispielen gezeigt.





# KÖNYVSZEMLE

## BETONTECHNISCHE BERICHTE 1968

Beton-Verlag, Düsseldorf 1968, 175 oldal.

A könyv nyolc tanulmányban a következő kérdéseket foglalja össze:

1. Az új DIN 1164 előírás ismertetését, amely az előzőtől eltérően nyolc fejezetben tárgyalja a portland-, vasportland-, kohó- és trasszcement fajtákat. A szabályzattervezet a fogalmak rögzítésén kívül a szilárdsági vizsgálatok módját és a minőségi követelményeket írja le. Ennek alapján a próbák négy minőségi osztályba sorolhatók be.

2. Ez a tanulmány a helgolandi partvédelemhez 1916. és 1938. években felhasznált betontömbök utólagos vegyi és röntgenvizsgálatának eredményeit foglalja össze. Megállapítható, hogy az 1916-ban készített tömbök szilárdsága  $240 \div 360$  kp/cm<sup>2</sup>, cementtartalma  $2,13 \div 2,16$  kg/dm<sup>3</sup>, az 1938-ban készített tömbök cementtartalma  $2,30 \div 2,34$  kg/dm<sup>3</sup>, szilárdsága  $660 \div 750$  kp/cm<sup>2</sup>. A tengervíz korróziós hatása csekélynek mutatkozott, a kloridréteg mélysége 5 cm, illetve 3 cm a régi, illetve az új parti védőmű betonjánál.

3. A vert vasbeton cölöpök ütőszilárdságának vizsgálatát 80 cm magasságból ejtett, 50 kg-os verőkossal ellenőrzik.

A vasbeton vert cölöpökhöz legalkalmasabb betonok jellemzői az alábbiak szerint foglalhatók össze:

Rugalmassági modulus:  $E = 300 \div 350\,000$  kp/cm<sup>2</sup>;

hengersizilárdság: 450 kp/cm<sup>2</sup>, hasítószilárdság: 35 kp/cm<sup>2</sup>;

vizcementtényező: 0,45;

cementtartalom: 400 kp/m<sup>3</sup>;

szemszerkezet:  $d_{\max} \leq 30$  mm, 0/7 mm-es frakció legalább 60%-ban.

4. Az új DIN 1045 tervezet a beton, acélbeton, transzportbeton és az előregyártott vasbeton tervezésének technológiai előírásait tartalmazza. Az előállítási és ellenőrzési körülményektől függően a módosított szabványban két minőségi osztály kapott helyet: Beton I. és II. Figyelemre méltó a fokozott korrózió elleni védelem, a szilárdság biztosítására irányuló intézkedések, valamint a fagy, a hó, a vegyi és mechanikai hatásokkal szembeni védelem részletesebb ismertetése.

5. A könnyű adalékanyagú könnyűbeton vizsgálatára és minősítésére az ideiglenes előírás I. jelű táblázata nyújt támpontot.

6—7. Ez a két tanulmány nedvességtartalom hatását a beton nyomószilárdságára és a betonra káros vizek, talajok és gázok kérdéseit tárgyalja.

8. Értékes adatokat közöl a tervező mérnök számára a DIN 4030 E és DIN 1045 E-hez fűzött észrevétel. Megfigyelték ui., hogy az 1 ÷ 2 m vastag támfalak, továbbá hídfők és szárnyfalak a gátolt hőtágulási lehetőség miatt függőlegesen megrepednek. A mozgásokat a betontesten belüli hőingadozás okozza. A repedéskép, a repedéstágasság csak jelentős vasalás árán, ill. hőtágulási hézagokkal szabályozható. E hézagok általában zártak, távolságuk a betonfal vastagságával van összefüggésben. A tanulmány erre vonatkozóan méretezési és szerkesztési szabályokat közöl.

*Dr. Goschy Béla*

*Karl Bensen:*

**TABELLEN FÜR DRUCK- UND ZUGFEDERN**  
(TABELLÁK NYOMÓ- ÉS HÚZÓRUGÓKHOZ)

*I. rész. Kőrszelvényű rugók 0,10 mm-től 2,0 mm-ig terjedő húzalátmérőig, patentírozott és rugókeményre húzott rugóacélhuzalból.*

VDI-Verlag, Düsseldorf 1968, 239 oldal, két mellékelt formalappal, 7 ábrával, 6 táblázattal, nyomórugó-tabellával (113. oldalon) és húzórugó-tabellával (96. oldalon).

A könyv közel 12 000 rugó jellemző adatait tartalmazza, 0,03 kp-tól 15 000 kp rugóerőig. A számítások alapját a megfelelő DIN szabványok, illetőleg szabványtervezetek képezik. Az anyagminőség szerinti csoportosítás a DIN 17 223 alapján történik, három: A, B és C minőségi osztályba, figyelembe véve, hogy a legtöbb rugót a jobb minőségű B vagy C kategóriájú anyagból kell készíteni.

A szerző a fogalmak jelölése tekintetében helyesen ragaszkodik az érvényes szabványokban található jelölésekhez, így elejét veszi az esetleges félreértéseknek. A fogalmak értelmezéséről világos ábrák tájékoztatnak.

A gyártási tűréseket három-három táblázat foglalja össze, külön a nyomó- és külön a húzórugókra, durva, középfinom és finom minőségi osztályozás szerint.

A *nyomórugók* tabellái 5384 fajta rugó adatait tartalmazzák. A függőleges oszlopok fejlécében a következő adatok vannak: 1. Sorszám. 2. Megengedett legnagyobb rugóerő. 3. Rugózó menetek száma. 4. Belső tekercsátmérő. 5. Külső tekercsátmérő. 6. Blokkméret nem köszörült rugóvégekkel. 7. Megengedett legkisebb vizsgálati méret. 8. A terheletlen rugó hossza. 9. Blokkméret köszörült rugóvégekkel. 10. Megengedett legkisebb vizsgálati méret köszörült rugóvégekkel. 11. A terheletlen rugó hossza köszörült rugóvégekkel. 12. Megengedett legnagyobb rugóút. 13. Rugóállandó. 14. Huzalátmérő. 15. Anyagminőség. A vízszintes sorok a rugózó menetek száma szerint tartalmazzák az adatokat. A számítások alapját képező menetszámok a következők: 3,5, 5,5, 7,5, 9,5, 11,5, 13,5, 15,5 és 17,5.

A *húzórugók* tabellái 6312 fajta rugó adatait tartalmazzák. Beosztásuk elvileg hasonló a nyomórugók tabelláihoz. A rugóerők és a húzalátmérők is azonosak; a menetszámok azonban a nyomórugóktól eltérően a következők: 6, 8, 10, 12, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 46 és 50.

A könyv melléklete két pauszra nyomott formalap, egy a nyomó-, egy a húzórugók számára. Az ezekről készített másolatokba csak be kell írni a kérdéses rugónak a tabellából kivett adatait. A formalapokon látható a rugó rajza és a rugódiagram is. A tabellák használatát jól választott, kidolgozott példák világítják meg.

A szép kiállítású könyv a konstruktőr számára igen hasznos segédeszköz, mely a megadott határokon belül úgyszólván az összes gyakorlatilag számbajövő rugók jellemző adatait felöleli. Érdeklődéssel várjuk a következő köteteket.

*Dr. Terlán Sándor*

*Devics József, Károlyi Zsigmond, Zádor Mihály:*

**A MAGYAR MŰSZAKI ÉRTELMISÉG ÉS A MŰEGYETEM A TANÁCSKÖZTÁRSASÁG IDEJÉN**

Tankönyvkiadó, Budapest 1969, 280 oldal.

A könyv a történelmi szempontból kiemelkedő jelentőségű, a Tanácsköztársaság és a létrejöttét előkészítő 1918/1919-es forradalmi időszak mélyebb és teljesebb megértéséhez kíván hozzájárulni.

Ez az időszzerű és érdekes munka a magyar műszaki értelmiség leghaladóbb hagyományainak emlékét és történetét eleveníti fel. A kötethez HEVESI GYULA akadémikus, a Tanácsköztársaság népbiztosa írt méltató előszót. A munka lényegében három részből áll. Az első rész címe *A „Szocialista mérnökmozgalom” és a műszaki értelmiség állásfoglalása a polgári forradalom és a Tanácsköztársaság idején*. A szocialista mérnökmozgalom kialakulását és a magyar műszaki értelmiség 1918/1919. évi haladó törekvéseit ismerteti. Kitér a kor gazdasági-műszaki fejlődésének problémáira is. Majd felvázolja a Tanácskormány nagyszabású gazdasági-műszaki fejlesztési programjának kialakulását, merész kezdeményezéseit is.

A második rész címe: *A Tanácsköztársaság intézkedései és tervezetei a műgyetem korszerűsítése és fejlesztése érdekében*. A Műgyetem fejlesztésére vonatkozó terveket és intézkedéseket ismerteti. Ehhez kapcsolódva a Tanácskormány műszaki felsőoktatási politikáját.

A kötet harmadik részének címe: *A haladó Műgyetemi diákmozgalmak 1918/1919-ben*. Ez a rövidebb zárórész a műgyetemi ifjúság 1918/1919. évi haladó megmozdulásait tárgyalja.

Az egyes részekhez igen bő és nagyon érdekes dokumentum gyűjtemény csatlakozik. Ezek igen jól megalapozzák, illetve kiegészítik az egyes részekben tárgyalt anyagot.

Az egyetemi segédkönyvként ajánlott munka áttekinthetőségét nagymértékben fokozza a könyv végén található időrendi áttekintés, a dokumentumok jegyzéke, a mellékletek jegyzéke, valamint a név- és tárgymutató.

A Tanácsköztársaság idején a gazdasági és műszaki élet, valamint a felsőoktatás terén jelentősebb szerepet játszó mérnökök és közgazdák életrajzi adatait is összefoglalja a szóban forgó munka. Ezekből az életrajzokból nagyon sok érdekes adatot ismerhetünk meg.

A könyv méltatásáról szólva talán leghelyesebb, ha HEVESI GYULA akadémikus szavait idézzük: „Ez a könyv, alapvetően műszaki vonatkozásai ellenére is, szinte az élmény közvetlenségével világít be a Tanácsköztársaság viharosan lendületes, munkával és harccal áthatott izgalmas életébe; ezért nemcsak a mérnökök és a műszaki pályára készülő ifjúság számára nyújt érdekes, tanulságos és lelkesítő olvasmányt, de mindenki másnak is, aki közelebbről szeretné ezt a naptárilag rövid, de történelmileg kiemelkedően nagy korszakot megismerni.”

*Dr. Csáki Frigyes*

*Eugene S. Ferguson:*

## BIBLIOGRAPHY OF THE HISTORY OF TECHNOLOGY

(A TECHNIKA TÖRTÉNETÉNEK BIBLIOGRÁFIÁJA)

Massachusetts Institute of Technology Press, Cambridge, Mass. USA. 1968, 347 oldal.

A technika fejlődéstörténetének ismertetésére az amerikai Society for the History of Technology egy eddig öt könyvből álló monográfia-sorozatot kezdeményezett, amelynek legutóbbi kiadványa e könyv. Szerzője — mint ezt az előszóban megjegyzi — szükségesnek találta az eddig igen elhanyagolt műszaki irodalmat rendezni. Könyvével kettős célt kívánt elérni: egyrészt megismertetni a kezdő szakemberekkel azokat a forrásokat, amelyek alapján tájékozódhatnak a technika egyes ágainak kialakulásáról, másrészt pedig egy olyan útmutatót adni a szakemberek kezébe, amelynek felhasználásával, éppen a rendszerezett, szakcsoportokba gyűjtött anyag alapján könnyen megtalálhatják az egyes keresett forrásmunkákat.

A munka elsősorban az angol, francia nyelvű forrásokra épül, de kisebb számban megtalálhatók a német nyelvű technikatörténeti közlemények adatai is. Igen érdekes, nagy biztonságra törekvő anyagfeldolgozási rendszert választott a szerző, láthatóan arra törekedve, hogy az általa feldolgozott anyag minél könnyebben kezelhető legyen.

Bevezetőként megismerkedhetünk azokkal az enciklopédikus jellegű munkákkal, amelyek az i. sz. előtt 500-tól egészen napjainkig terjedő időszakban megjelentek, s összefoglaló képet nyújtanak az igen széles értelemben vett technika és a műszaki tudományok pillanatnyi helyzetéről, illetve azok fejlődéséről. A következő fejezetnek az lenne a célja, hogy azokat a fontosabb könyvtárakat, ahol az eddig említett és a következőkben hivatkozásra kerülő forrásmunkák megtalálhatók, rövid ismertető keretében bemutassa. Ugyanitt foglalkozik az eddig megjelent általánosabb célkitűzésű bibliográfiákkal is. Talán éppen a nyelvtérületi korlátozottság miatt mindkét célt csak részleteiben sikerül megvalósítania.

Áttekintést kapunk a fontosabb amerikai műszaki szervezetekről, intézményekről, kereskedelmi irodákról, ezek fontosabb összefoglaló jellegű kiadványairól, ismertetőiről, műszaki szótárakról, az USA által kiadott állami közleményekről, az egyes fontosabb, államilag támogatott, nyilvánosságra hozható kutatások záróértékeléseinek összefoglalóiról, fontosnak ítélt, technikatörténeti szempontból értékes adatokat tartalmazó, de nyomtatásba nem került kéziratokról, néhány e témával foglalkozó folyóiratról, lényegesebb kiállításokról, műszaki, természettudományi múzeumokról, stb.

A könyv legértékesebb részét az egyes műszaki szakágak szerint csoportosított monográfiák, összefoglaló cikkek és bibliográfiák gyűjteménye képezi. A szerző az alábbi részterületekhez ad technikatörténeti forrásmunkákat: élelmiszeripar, építészet, szállítmányozás, energia-átalakítás, elektromos és elektronikus ipar, anyagelőkészítés és műveletfejlesztés, faipar, papíripar, gépészeti technológiák, hangszeripar, katonai vonatkozású mérnöki munkák, hadiipar, iparszervezés, mérnöki tudományok, szabadalmi és védjegy problémák fejlődése.

A könyvet terjedelmes tárgymutató egészíti ki, amely az egyes fontosabb forrásmunkák szerzőinek nevét tartalmazza betűrendben.

Az anyagba beépítve közli a szerző a fontosabb műszaki egyesületek és társaságok címjegyzékét, részletesen feldolgozva az amerikai társulatokat, de bemutatva néhány angol és francia műszaki fórumot is.

A forrásmunkák feldolgozásánál minden hivatkozott munkánál megtalálható az első kiadás időpontja, a fontosabb fejezetcímek rövid ismertetése, s amennyiben tárgyszavas összefoglalást tartalmaz a forrásmunka, akkor a feldolgozott tárgyszavak száma, s a munka terjedelme.

FERGUSON könyve egy igen érdekes törekvés vitathatóan sikeres lépéseként kezelhető. Az tény, hogy a nagy számban megjelenő bibliográfiák között erősen háttérbe szorul a műszaki tudományokkal foglalkozó néhány eddig megjelent fejlődéstörténeti munka. Ezen azonban a könyv megjelentetése nem sokat változtatott. Hatalmas vállalkozás megírni a technikatörténet bibliográfiáját, s ha az olvasó e könyvet kezébe veszi, az a gondolat merül fel benne, hogy talán egy kicsit reménytelen is. Valójában talán nem ilyen nehéz egy jó áttekintést adni. A Ferguson-könyv azonban jellegénél fogva éppen a reménytelenséget exponálja. Ennek az az oka, hogy feltehetően először csak az amerikai—angol vonatkozásokra kívánt építeni, később azonban ezekhez hozzávette még a francia és a német forrásmunkák egy részét is, viszont ennek következtében néhány, véleményünk szerint alapvetően fontos, kifejezetten amerikai vonatkozású technikatörténeti forrásmunka kimaradt a feldolgozásból.

Hiányosnak tűnik továbbá a fontosabb amerikai intézmények, szervezetek, könyvtárak felsorolása is. A könyv jelenlegi formájában tehát mindössze egy bepillantást nyújt a technika történetével foglalkozó forrásmunkák közé.

*Dr. Bitó János*

## *Géher Károly:*

### LINEÁRIS HÁLÓZATOK

Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1968.

Gyakran vitáznak arról, hogy különösképp a műszaki tudományok területén reménytelen próbálkozás a gyakorlat és az elméleti megfontolások során nyert eredmények összeegyeztetése. A hálózatelmélet azonnal szolgáltat ellenpéldát: a napjainkban is egyre finomuló elmélet nemcsak jó támasza pl. az elektronikus áramkörök tervezőinek, hanem sok olyan előrejelzést tesz lehetővé, amely e téren fejlesztési és kutatási irányok kijelölésére, újabb áramkört elemek és kapcsolások kialakítására serkent.

Külföldön már régen felismerték azokat az előnyöket, amelyeket a hálózatelmélet biztosít pl. a különböző bonyolultságú áramkörök tervezésében és ellenőrzésében. Alkalmazásával lényegében optimál-számítást nyerünk, megkaphatjuk a rendelkezésre álló alkatrészekből összeállítható azon kapcsolást, amely a kívánt specifikációt a legjobban megvalósítja.

E könyv a lineáris hálózatok elméletét ismerteti, komplex módon. Áttekintést ad a hálózatelmélet fejlődéséről, bemutatja az egyes fontosabb számítási módszereket, kitér az egyes speciális megoldásokra, jó összképet ad a hálózatelmélet eredményeiről, s mindezt példákkal illusztrálja. Mindenképpen előnyös, hogy a szerző a rokonterületeken történő alkalmazhatóságot is tárgyalja, s ezzel utal a hálózatelméleti módszerek sokoldalú alkalmazhatóságára.

A bevezetés — a további leírások könnyebb követhetősége kedvéért — a legfontosabb alapfogalmakat ismerteti, amelyekre a további tárgyalás épül. A kétpólusok szintézisét, mint a továbbiakban szintén gyakran használt eredménycsoportot ismertette, foglalkozik a Foster—Cauer- és a Brune-féle szintézissel, valamint a Bott—Duffin-féle eljárással.

A harmadik fejezet a négy-pólus paramétereinek bemutatása után az összekapcsolási szabályokkal, a minimáltulajdonságokkal és hullámparaméterekkel foglalkozik, bevezeti az S-reflexiók mátrixot, majd példákat ad a nyert eredmények alkalmazására. Az ötödik fejezet gondos felépítésben tartalmazza a transferfüggvény-szintézist, jellemzi a megengedett transferfüggvényeket, majd négy-pólus-paraméter meghatározással, két- és négy-pólus-szintézissel, valamint a létrakapcsolások tulajdonságaival ismerteti meg az olvasót.

A hatodik fejezet a négy-pólusok hálózatelméleti eszközökkel való tervezését tárgyalja, beleértve a futási idő karakterisztikák, amplitúdó korrektorok, futási idő korrektorok, késleltető művonalak, szűrők és a csatoló négy-pólusok esetét

A hullámparaméteres tervezés legfontosabb eredményeivel ismerkedhetünk meg a hetedik fejezetben. Tárgyalásra kerülnek a hullámparaméteres szűrők, méretezések, a referens hullámszűrők módszere, s ezek gyakorlati alkalmazásának illusztrálását szolgáló példák.

A nyolcadik, zárófejezet az áramkörök tolerancia számításának elméletével, valamint az időben váltakozó paraméterű hálózatokkal foglalkozik. Az anyagot az igen hasznos irodalmi hivatkozások zárják.

E könyv az anyag igen gondos és áttekintő rendezésével rendkívül hasznos segítő-társa lehet az elektronika szakembereinek, de éppen felépítése miatt jó szolgálatot tehet az e terület iránt komolyabban érdeklődő elektromérnök hallgatóknak is. A felhasznált matematikai apparátus jól rendezett. A szabatos tárgyalásmód nemcsak a szűkebb szakterület művelői részére, hanem a rokonterületek szakemberei számára is érdekes és tanulságos.

Dr. Bitó János

## Gerecs Árpád:

### BEVEZETÉS A KÉMIAI TECHNOLÓGIÁBA

Tankönyvkiadó, Budapest 1968; 583 oldal, 321 ábra.

A könyv több figyelemre méltó oktatásmetodikai újítást jelent a hagyományos kémiai technológiai tankönyvekkel szemben. Ilyen szemlélet már a Varga—Polinszky-féle kémiai technológiai tankönyvet is jellemezte, különösen annak bevezetésében, amely a vegyipari üzemeket, mint technikai-gazdasági egységeket szerepét a múlthoz képest jóval korszerűbben elemzi. Ez az „üzemi” felfogás főleg VARGA József technológiai gondolkodására vezethető vissza.

Jelen könyv szemléletét, helyesen, az határozza meg, hogy a Varga—Polinszky-féle tankönyv a *vegyésmérnöki*, míg ez a tankönyv a *tudományegyetemek* vegyész-szakos tanár-jelöltjei és vegyészhallgatói számára készült. Ez a célkitűzés azonban elsősorban ennek *megvalósításában* mutatja a szerző korszerű oktatói felfogását. Kiemelendő e tekintetben elsősorban a szöveg egyszerűsége és világossága. Nyoma nincs benne a nagyképűségnek, idegen szakkifejezésekkel való kérdésesnek, úgyhogy annál inkább kidomborodik egy sajátos *teljesség* benyomása: az, hogy a könyv kevés szóval milyen sokat mond. Egy másik kiemelkedő jellegzetessége a könyvnek az *I. Általános rész*, amely alig tíz oldalon, a vegyipari „gyártási folyamatok” legáltalánosabb jellemzőit adja ritka világossággal és áttekintéssel, úgyhogy az még a *vegyésmérnökök* számára is tanulságos. Így pl. a szakaszos és folyamatos gyártás összefüggései és különbségei, a műszerezés, gépesítés, automatizálás szerepe, a gazdasági tényezők összefoglalása, a gyártási folyamatokban a visszavezetés (recirkuláció) szerepe, a folyamatok ábrázolása szinte egy csapásra világítja meg a lényegét. Egy további kiemelendő jellemzője a könyvnek az I. és II. Függelék.

Az *I. Függelék* a vegyipari szerelvények, készüléktípusok és gépek áttekintését adja ritka egyszerűséggel és mégis kiemelve a lényegest, jól megrajzolt sematikus ábrákra hívva a berendezések megértését inkább, mint a leírásra. A rajznak mint a mérnöki nyelv legelsőjének jelentőségét tehát, ellentétben nem egy vegyésszel, szerző nyilván világosan felfogta.

A *II. Függelék* a szerves vegyipari alaptermékekre vonatkozó világtermelési adatokkal együtt (II. 1. táblázat) a könyvben szereplő technológiák gazdasági jelentőségét foglalja össze, s kitűnő áttekintést ad ezzel is arról, ami a vegyiparban a legfontosabb. A magyarországi statisztikai adatokat különösen szemléletes módon mutatják be a hazai vegyipar földrajzi elhelyezése vonatkozó vázlatos térképek.

A könyvre rányomja bélyegét az a kiegyensúlyozott szemlélet, ami szerző egész tudományos és oktatói munkáját jellemzi: „a szerzők, sem a könyv, sem az egyes fejezetek tartalma vonatkozásában”, olvassuk az előszóban, „nem törekedtek teljességre, ami a tankönyv keretei között nem is volna lehetséges. Nem szerepel tehát a könyvben az egész vegyipar. A fő fejezetek és azokon belül az ismertetendő anyag kiválasztásában a szerzőket az vezette, hogy csak a tájékozódás elősegítése szempontjából legjellemzőbbek szerepeljenek.” Ez a példamutató mérséklet a *menyiség* dolgában csak annál jobban kidomborítja a szöveg kiváló *minőségét*, a hallgatók fejét leletömő némely „pedagógia” valóban okulhatna ebből.

Az említett I. Általános Rész után a *II. Szerves Kémiai Nagyipar* c. fejezetben a vegyipari alapanyagok — víz, kénhidrogén és szulfidok, kéndioxid, kénsav, ammónia, salétromsav, műtrágyák, sósav, szóda, nátronlúg, alkálilórid termékek, peroxidok, végül a fém-

kohászati és a kőzetkohászati anyagok — kerülnek tárgyalásra. A III. Fejezet az elsődleges szerves (energiahordozó) alapanyagokat — szén, fa, kőolaj és annak termékei, földgáz — ismerteti. A IV. Fejezet a szerveskémi nagyipar másodlagos alapanyagaival és „közbenső” termékeivel — a paraffinszénhidrogénnel, a monoolfínnel, a butadiénnel, az acetilénnel, a paraffinszénhidrogének klórozásával, nitrálásával, szulfonálásával, oxidálásával, az olefinnek feldolgozásával, egy sor fontos közbenső termék gyártásával, valamint a legfőbb aromás szénhidrogének feldolgozásával foglalkozik. Az V. Fejezet a szerves vegyipari végtermékeket: a műanyagokat, a gyógyszereket, a növényi és állati kártevők elleni szereket, a textil-színéceket, a robbanóanyagokat, a felületaktív anyagokat tárgyalja. A VI. Fejezet a mikrobiológiai iparok termékeivel foglalkozik: sütőélesztő és tápanyag-mikroorganizmusokkal, a fermentációval, az élelmiszerek tartósításával. A VII. Fejezet a mező- és erdőgazdasági iparok termékeivel — a curokkal, a keményítővel, a zsírokkal és olajokkal, a cellulózzal, a növényi hulladékok feldolgozásával ismerteti meg az olvasót.

GERECS Árpádnak és munkatársainak e műve útmutató jellegűnek tekinthető más egyetemi tankönyvek számára is.

*Dr. Korach Mór*

*J. H. Joiner:*

#### ESSENTIALS OF THE THEORY OF STRUCTURES

Hart Publishing Company, Inc., New York City 1968, 262 oldal, 150 ábra.

E könyvet szerzője egyetemi hallgatók részére tankönyvnek, a gyakorlatban dolgozó mérnökök számára pedig kézikönyvként szánta. Anyaga 18 fejezetbe van foglalva, s általában az egyetemek kisebb igényű fakultásain előadott anyagot öleli fel. A főbb fejezetek címe: gerendák hajlítása és lehajlása, mozgóteher, oszlopok, támfalak és alapozások, statikailag határozatlan szerkezetek háromnyomatéki egyenletek, nyomatékosztás, ívek, gerendák plasztikus méretezése. A tárgyalást képletgyűjtemény és méretezési adatok táblázatai egészítik ki.

A könyv tárgyalásmódja szabatos, az előadott anyag logikus csoportosítású és világosan áttekinthető. A megértést világos ábrák és kellő számban közölt számpéldák segítik elő. A kívánt célt szolgálják a táblázatok is, hiányolható azonban, hogy a befogott végű tartókra vonatkozó táblázat a gyakran előforduló terhelési eseteknek (háromszög szerint megoszló teher, egyenlő távolságban álló koncentrált erők, nyomatékteher) csak egy részét öleli fel.

Bár a könyv az ismert tankönyvekhez viszonyítva semmi újat sem tartalmaz, s a tárgyalat anyagot illetően sem igényes, az egyetemi stúdium során haszonnal forgatható, s alkalmas arra, hogy a gyakorló mérnök felelevenítse az alapvető képleteket és eljárásokat.

*Dr. Csonka Pál*

*Gerhard Nowak:*

#### DAS KOSTENDENKEN DES INGIENEURS

(KÖLTSÉGEK MÉRNÖKI SZEMMEL)

Verlag des Vereines Deutscher Ingenieure, Düsseldorf 1968; 68 oldal, 18 ábra, 2 táblázat.

A könyv a VDI-Taschenbücher sorozatában, annak TI jelű füzeteként jelent meg. Szerzője maga is mérnök, ki könyvét a gyakorlati életben, üzemekben dolgozó mérnököknek ajánlja. Abból indul ki, hogy ma már a jó üzemi mérnök nemcsak a termelés műszaki megszervezéséért, lebonyolításáért felelős, hanem annak költségeiért is.

Miután mérnök állapítja meg az adott termeléshez alkalmazandó technológiát, a szükséges gépi berendezéseket és gyártóeszközöket, a nyersanyag minőségét és mennyiségét stb., kezében van a termelés költségeinek befolyásolási eszköze. A költségek redukálását célzó javaslatok megtétele is — a minőség megtartása mellett — leginkább a mérnök feladata. A közgazdász a költségalakulást észlelni és elemezni képes, de azt, hogy adott esetben milyen intézkedést kell hozni, hogy a költségek a normális szintet ériék el, vagy csökkenjenek, a mérnök dönti el. Ugyanígy mérnöki feladat annak megvizsgálása, hogy valamilyen újítás, korszerűsítés, stb. következtében esetleg fellépő költségnövekedés a megfelelő (tervezett) teljesítménynövekedést lehetővé teszi-e vagy sem.

Az üzemi mérnök feladatköre tehát kibővült, s ennek ő csak úgy tud eleget tenni, ha gazdasági ismereteit bővíti. A mérnöknek azonban nem feladata a közgazdással való rivalizálás, hanem csupán a közgazdász munkájának segítése azon közös cél érdekében, hogy a lehető legnagyobb nyereség legyen elérhető.

A könyv célja, hogy mérnöki szemmel ismertesse a legfontosabb közgazdasági fogalmakat, mint például a költségek különböző fajtáit, kalkulációkészítést stb. A szerző nagy fontosságot tulajdonít az optimális termelőeszköz-kiválasztás gazdasági számítással történő megalapozásának. Ilyen gazdasági döntésekhez úrlapmintát is bemutat, amely tartalmazza a választásnál figyelembe veendő tényezőket.

Ezeket a problémákat a könyv nem tárgyalja felesleges mélységgel, hanem csupán olyan szinten, ami az üzem számára feltétlenül fontos.

*Dr. Petes György*

### *Paduart, A.:*

#### VOILES MINCES EN BÉTON ARMÉ

Presses Universitaires de Bruxelles, Bruxelles-Eyrolles-Éditeurs, Paris, 1969. 149 oldal, 74 ábra.

A könyvecske a neves szerzőtől már 1961-ben *Introduction au calcul et à l'exécution des voiles minces en béton armé* címen megjelent, s 1966-ban a C. R. Books Ltd. által *Shell Roof Analysis* címen angol fordításban is kiadott könyv merőben átdolgozott kiadás, mely egyrészt az egyetemi oktatás, másrészt a mérnöki gyakorlat céljait óhajtja szolgálni, feltárván a héjépítészeti elméleti és gyakorlati problémáit, s azok megoldási lehetőségeit.

A könyv bevezető fejezetei a héjszerkezetekre vonatkozó általános ismeretanyagot tartalmaznak. Bemutatják a héjak különböző fajtáit, foglalkoznak a héjak különböző támaszkodási viszonyaival, a megvilágítás, a víz- és hőszigetelési kérdésekkel, a feszítés és előgyártás lehetőségeivel, a vasbetonhéjak zsaluzási, vasszerelési, betonozási és kiszaluzási kérdéseivel.

A továbbiakban a könyv a lemezművek különböző számításmódjait tárgyalja, majd a héjak membránelméletét ismerteti. Itt a hengerhéjak és forgáshéjak elméletén felül tárgyalásra kerülnek az elliptikus és hiperbolikus paraboloid alakú héjak, a konoidhéjak, valamint a translációs felület szerint alakított héjak.

Felületelméleti ismeretekre támaszkodva, részletesen foglalkozik a könyv a hajlításra igénybevett héjak elméletével, és bemutatja az alapösszefüggések alkalmazását hengerhéjak, forgáshéjak és lapos héjak esetére. A tárgyalást a héjak stabilitásproblémáinak ismertetése zárja le.

A könyv a tárgyalta problémákat világos csoportosításban, s a gyakorlati célt el nem tévesztő mértéktartással tárgyalja. Igen tanulságos, hogy a feladatok szigorú megoldásmenetének ismertetésén kívül különféle közelítő eljárásokat is bemutat. A tárgyalás sok esetben csak az elvek felvázolására szorítkozik anélkül, hogy szerző a szóban forgó elveken alapuló eljárás részletes ismertetésére vállalkoznék. Ez a tárgyalásmód teszi lehetővé, hogy szerző aránylag szűk keretek közt igen kiterjedt ismeretanyagot tud feldolgozni. Ha ehhez még hozzátesszük, hogy a könyv szerzője mindezt mesteri eleganciával, világos logikával és éles kritikával tárgyalja, hű képet adtunk PADUART professzor kitűnő könyvéről.

*Dr. Csonka Pál*

### *Sensicle, A.:*

#### INTRODUCTION TO CONTROL THEORY FOR ENGINEERS

(BEVEZETÉS A SZABÁLYOZÁSELMÉLETBE MÉRNÖKÖK SZÁMÁRA)

Hart Publishing Company, Inc. New York City 1969, 246 old.

A szerző könyvét a szabályozáselméletbe való bevezetőként szánja elsősorban műszaki egyetemek hallgatói számára. Könyvében arra törekszik, hogy az anyagot a lehető legegyszerűbb formában közölje és fokozatosan haladjon az egyszerű fogalmaktól a bonyolultabbak felé.

A munka 11 fejezetre oszlik. Az első fejezet az önműködő szabályozási rendszerek alapfogalmait mutatja be. A második fejezet a differenciál operátort és alkalmazásait tárgyalja példákkal alátámasztva. A harmadik fejezet a Laplace-féle transzformáció legfontosabb tételeit adja meg. A negyedik fejezet egy helyzet szabályozó rendszerből kiindulva az átviteli

függvények megállapítását és az átmeneti folyamat kiszámítását tárgyalja. Az ötödik fejezet az analóg modellezéssel és az analóg számító gépek alapegységeivel foglalkozik. A hatodik fejezet bemutatja az analóg számító gép felhasználását szabályozástechnikai feladatok megoldásához. A hetedik fejezet a gyökhely-görbe módszert közli. A nyolcadik fejezet a frekvencia függvényekkel és alkalmazásukkal a Nyquist-féle, valamint a Bode-féle diagramokkal foglalkozik. A kilencedik fejezetben néhány stabilitási kritérium található. A tizedik fejezetben a jelformálással, a komponenzálás különböző módjaival találkozhatunk. A tizenegyedik fejezet a nemlineáris rendszerbe kíván bevezetést adni.

A könyvhöz függelék csatlakozik, amely a nemlineáris analóg számító gép elemek közül ismert néhányat.

A könyv használhatóságát számos ábra, táblázat és diagram, valamint tartalom jegyzék és tárgymutató könnyíti meg. Sajnálatosnak mondható viszont, de tankönyveknél újabban szokásos dolog, hogy semmiféle irodalmi hivatkozás nincs a könyvben.

Az ismertetett munka címének megfelelően jó bevezetést ad a szabályozástechnika alapfogalmaiba mérnöki szempontból. Minthogy magyar nyelven az említett témakörben lényegesen bővebb és mélyreható munkák jelentek meg az utóbbi években, a könyv olvasása elsősorban azoknak ajánlható, akik a szabályozástechnikával kapcsolatos határterületeken dolgoznak és gyors tájékozódást kívánnak kapni a szabályozástechnika legfontosabb alapfogalmairól.

*Dr. Csáki Frigyes*

*Pál Selényi:*

#### GESAMMELTE ARBEITEN

Herausgegeben von prof. ZALÁN BODÓ, Akadémiai Kiadó Budapest 1969.

Tudománytörténeti szempontból is igen jelentős az a rendkívül kiterjedt, sokirányú munkásság, amelyet SELÉNYI PÁL, a világhírű kísérleti fizikus nehéz körülményei, gyakori akadályoztatásai ellenére is kifejtett. Különös örömmel köszöntjük azt az elhatározást, amelynek eredményeként megismerkedhetünk SELÉNYI PÁL rendkívül értékes munkásságával, ezen, összegyűjtött dolgozatait tartalmazó kötet segítségével. Külön ki kell emelnünk, az anyag igen előnyös és könnyen áttekinthető rendezését, feldolgozását, amely BODÓ ZALÁN hozzáértő, igen gondos munkáját dicséri.

SELÉNYI PÁL érdeklődési köre igen széles volt. Ennek megfelelően tudományos témái a kísérleti és alkalmazott fizika legkülönbözőbb területeire esnek. E kötetben dolgozataival az alábbi csoportosításban ismerkedhetünk meg: fénytán, izzólámpa, vákuumtechnika, fotocellák, fotometrállás, szelvényenergiátörők, fényelemek, elektrográfia, a súlyos és tehetetlen tömeg, valamint az egyéb többnyire mérés technikai vonatkozású dolgozatok.

Az e témakörök szerint csoportosított dolgozatok előtt a SELÉNYI PÁL felesége által írt magyar és német nyelvű életrajz segíti hozzá az olvasót a nagy tudós emberi nagyságának megismeréséhez. E bevezetőből is, csakúgy mint az egyes dolgozatok témájából és a témák feldolgozásából kitűnik, hogy SELÉNYI PÁL nemcsak mint oktató ért el kimagasló eredményeket, hanem mint az ipari és alkalmazott kutatás egyik hazai úttörője, kitűnő kísérleti érzékkel rendelkező, alapos elméleti felkészültséggel bíró természettudós tette nevét világszerte ismertté, munkásságát pedig időtálló értékűvé. A kötet fényes bizonyítéka az alkalmazott ipari kutatás fontosságának s az így elérhető, kitartó, precíz kutatást megháláló közhasznú eredményeknek. SELÉNYI PÁL bevezetőben idézett szavai kitűnően rávilágítanak erre: „... a tudománynak önmagától is megvan az a belső hajlandósága, hogy előbb-utóbb technika, vagyis találmány váljon belőle és az ipari kutató alapján véve nem is tesz mást, mint hogy ezt a folyamatot igyekszik meggyorsítani”. SELÉNYI — amint az az itt összegyűjtött dolgozataiból is kitűnik — nemcsak hirdette az ipari kutatás fontosságát, hanem tevékeny kutatómunkájával, s az ennek során elért világraszóló eredményekkel az ipari kutatást hazai viszonylatban is az azt megillető rangra segítette emelni.

A kötet első fejezete a nagyszögű interferencia kísérlettel foglalkozó dolgozatot is magában foglalja. Az ebben ismertetett kísérlet — amely egyébként középiskolában is könnyen bemutatható — egyértelműen bizonyítja, hogy az atomok, amikor látható fényt emittálnak, Hertz-féle dipólusként viselkednek. Fényes bizonyíték arra vonatkozóan, hogy az atomok gömbhullámokat bocsájtanak ki, amelyek a térben tovaterjednek. A Selényi-féle kísérlet éppoly meggyőzően bizonyítja a fény hullámjellegét, mint a fényelektromos hatás annak fotonjellegét. A Selényi-féle nagyszögű interferencia kísérlet megdöntötte azt az elképzelést, amely szerint két sugár között, amelyek irányukban erősen eltérnek, interferencia egyáltalán nem is lehetséges.



A kötet izzólámpákkal, vákuumtechnikával és termikus elektronemisszióval foglalkozó dolgozatai még ma is nagy érdeklődésre tarthatnak számot a vákuumfizikában és elektronfizikában. Több olyan vizsgálati módszert ismertet, amelyet az izzólámpagyártás, vagy az alkalmazott vákuumtechnika tökéletesítése érdekében alakított és kísérletezett ki. Ezekből igen sok szabadalom született.

A fotocellákkal és fotometriával foglalkozó rész egyik érdekessége annak az 1934-ben szabadalomként is bejelentett megvilágításmérőnek a részletes leírása, amely külön áramforrást nem igényel, s mindössze egy vagy több záróréteges fényelemet tartalmaz. Ezt a rendkívül szellemes, egyszerű felépítésű készüléket ma is világsszerte alkalmazzák megvilágítási szint mérésére.

A szelén fényelemekkel és egyenirányítókkal kapcsolatos publikációkat tartalmazó negyedik fejezet szerencsés összeállításban tükrözi a fényelemek tökéletesítésére, valamint az egyenirányítók gyártási menetének javítására irányuló kísérleteket, érzékenyítési módszereket, valamint azokat a még napjainkban is csak részben értelmezett megfigyeléseket, amelyek már akkor sem kerülhették el a rendkívül egyszerű eszközökkel dolgozó SELÉNYI PÁL figyelmét.

Az ötödik fejezet egészében az elektrográfiával, vagy ahogyan ma nevezzük xerográfiával foglalkozó dolgozatokat tartalmazza. Az itt leírt kísérletek alapozták meg a napjainkban már közhasznú és széles körben elterjedt xerográfias eljárást. Igen tanulságos az itt leírt alapkísérletek és megfigyelések átgondolása.

A hatodik fejezet a súlyos és tehetetlen tömegre vonatkozó megfigyelésekkel, az Eötvös-féle torziós mérleg elemi elméletével, gravitációs problémákkal, a hatodik pedig mérés-technika és modellproblémákkal, megértést teljesebbé tevő analógiákkal, fotoelektromos visszacsatolás útján történő galvanométer-érzékenyítéssel foglalkozik.

SELÉNYI PÁL dolgozatainak, munkáinak gyűjteménye komoly értékű tudományos hagyatékunk. Tanulmányozása tanulságos és gondolatébresztő. E jól rendezett, gondos összeállítás napjaink fizikusainak, az utódoknak is hasznára válik.

*Dr. Bitó János*

*Thamm Ludvig—Huszár—Szántó:*

#### A SZILÁRDSÁGTAN KÍSÉRLETI MÓDSZEREI

Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1968, 337 oldal; 289 ábra; 35 táblázat.

Műszaki objektum létrehozása sosem tisztán műszaki feladat, hanem a szerkezet általában összetett — gazdasági, esztétikai funkcionális — szempontok gondos mérlegelése során alakul ki. A sokféle szempont közül kiemelkedő jelentőségű a gazdaságos megvalósítás, mert ez sok tekintetben befolyásolja a többi tényezőt is.

A gazdaságos szerkezetnek egyik, de talán legdöntőbb feltétele a szerkezeti súly csökkentése (a funkcionális feladatok maradéktalan, kellő élettartamú ellátásának egyidejű biztosításával). A szerkezeti súly csökkentése azonban szükségszerűen magával hozza a szilárdságtani analízis és ezzel a szilárdságtani modell (melyre az analízis vonatkozik) finomítását. A modell finomítása viszont óhatatlanul együttjár a számítás bonyolultságával. Bár a rugalmasságtani alapegyenletek rendelkezésünkre állnak (és elegendők elvileg bármilyen rugalmasságtani feladat megoldásához) azok numerikus megoldása, illesztése a bonyolult kerületi feltételekre még az elektronikus számológépek használatával — és az utóbbi időkben tért hódított numerikus eljárásokkal — sem egyszerű feladat. Mindehhez a nehézséghez hozzájárul az, hogy az alkalmazott számítási modell megbízhatóságáról pusztán számítással legtöbbször nem tudunk helyes ítéletet alkotni.

Ez a két körülmény — tehát a számítások nehézsége és az alkalmazott modellek megbízhatóságának ellenőrzése — húzza alá a kísérleti szilárdságtan jelentőségét.

HETÉNYI 1950-ben megjelent (és azóta többször kiadott) kézikönyve (Handbook of Experimental Stress Analysis, Willey) világsszerte a kutatók figyelmét ráirányította a mérések fontosságára. Hatása hazánkban sem lebecsülhető, de a nyelvi nehézségek és az időközben eltelt közel húsz esztendő aktuálisá tették hazai könyv megjelentetését is.

A szerzők saját széles körű tapasztalataikra támaszkodva, és felhasználva a témakörre vonatkozó igen terjedelmes publikációs anyagot, valóban korszerű könyvet adtak a hazai műszaki szakemberek kezébe. A könyv jelentőségét (tartalmi mondanivalójának értékén kívül) fokozza az is, hogy a hazai műszaki közép- és felsőoktatásban a mechanika és ezen belül a szilárdságtan oktatása is inkább elméleti jellegű, az experimentális képzésre — részben anyagi

nehézségek miatt — nem lehetett kellő figyelmet fordítani, és így a kézikönyv hasznos oktatási segédlet szerepét is betöltheti.

Vállalataink, kutatási szerveink az utóbbi időben már felismerték a kísérleti szilárdságtan szerepét és jelentőségét, számos színvonalas, mérésen alapuló kutatásról olvashattunk publikációt a magyar műszaki lapokban, de a vizsgálatok mennyiségével még korántsem lehetünk megelégedve, ha azt más pl. szovjet eredményekkel hasonlítjuk össze. Remélhetőleg a könyv ösztönözni fogja kutatóinkat, mérnökeinket ilyen mérési feladatok színvonalas ellátására.

A könyvet a szerkesztő és a szerzők jó arányérzékkel állították össze. Sajnálatos, hogy a könyv terjedelme ennyire korlátozott volt és ezért számos részletkérdést csak röviden vagy egyáltalán nem tárgyal. (A könyv terjedelme alig több, mint az előzőkben említett Hetényi-könyv egyharmada.)

A könyv első fejezete a szilárdságtan (pontosabban a rugalmasságtan) alapösszefüggéseit tárgyalja. A fejezet jól hangsúlyozza, hogy a kísérleti és a számítási módszer nem választ ható el egymástól. Mérték csak az elvi összefüggések ismeretében lehet kielégítően és fordítva, az elméleti összefüggéseket a mérések eredményei alapján állandóan finomítani kell. A fejezet önállóan is megálló, komplett, szabatos szilárdságtani összefoglalónak tekinthető; a gyakorló mérnökök bizonyára nagy élvezettel fogják olvasni. A könyv ajánlása középfokúnak minősíti a művet, valószínűleg ezért mellőzik a szerzők ebben a fejezetben a tenzoros tárgyalást. Véleményem szerint a rugalmasságtan alapegyenleteinek szigorú felírása, az Airy-féle feszültségfüggvény bevezetése megengedte volna a rövidebb tenzoros tárgyalás használatát is. A fejezet jól illeszkedik a könyv többi részéhez, az itt közölt összefüggéseket a szerzők a későbbiekben állandóan felhasználják, bizonyítva ezzel a számítás és mérés kölcsönös kiegészítő szerepét.

A második fejezet a tulajdonképpeni bevezetés a nyúlásmérésbe. Ez a fejezet készíti elő elvileg a további fejezetek gyakorlati ismeretanyagát. Igen hasznos útmutatást nyújt a fejezet a nyúlásmérők hitelesítéséhez, a mérés effektív végrehajtásához és kiértékeléséhez, valamint a mérés hibáinak csökkentéséhez.

A harmadik fejezet a nem villamos (mechanikai, optikai, pneumatikus) nyúlásmérő műszerekkel foglalkozik. Tárgyalja ezen műszerek felépítését, alkalmazási területét. Bár az utóbbi időben ezek használata visszaszorulóban van, némely mérési feladtnál kényelmesebben használhatók az ötödik fejezetben tárgyalt és leggyakrabban használt nyúlásmérőellenállásoknál.

A negyedik fejezet a repedő lakkos feszültségvizsgálatot tárgyalja. Az eljárás igen alkalmas bonyolult alakú szerkezetek, szerkezeti elemek teljes feszültségeselzésének meghatározására. A repedés vonalak igen képiesen kirajzolják a főfeszültségi trajektorákat, sőt a repedések sűrűségéből számszerűen is következtethetünk a nagyobbik főfeszültség értékére. Sajnálatos, hogy a fejezet terjedelme igen szerény. A téma hazánkban igen elhanyagolt ezért a tényleges jelentőségénél nagyobb terjedelmet érdemelt volna.

Az ötödik, hatodik és hetedik fejezet a leginkább használatos villamos alapon történő nyúlásmérésekkel foglalkozik. Ennek gerincét a könyv legterjedelmesebb fejezete, a nyúlásmérő ellenállás ismertetése képezi. A három fejezet igen részletesen foglalkozik a kereskedelemben beszerezhető mérő eszközökkel, de jó útmutatást ad egyes speciális feladatokhoz szükséges berendezések házilagos előállításához is. A szerzők úgyszólván a gyakorlatban előforduló minden mérési problémára kitérnek, és saját tapasztalataik alapján jól használható tájékoztatást adnak a különleges nagy nyúlások, nagy hőmérsékleten ill. mozgó alkatrészekben történő nyúlásméréshez. Különösen említésre méltó az 5.3 és 5.4 — a mérés pontosságával és előkészítésével foglalkozó — fejezetrészlet, melynek értékét elsősorban azok a kutatók tudják elismerni, akik saját méréseik során ezekkel a problémákkal sokat küszködtek.

A villamos mérőberendezésekről és regisztráló műszerekről szóló hetedik fejezetet célszerű lett volna kissé bővíteni, mivel a sztochasztikus terhelések és az ezen alapuló statisztikai méretezés elmélete egyre inkább tért hódít a járműtervezésben. Néhány éven belül az ilyen vizsgálatok a gépszerkesztés egyéb területein is nélkülözhetetlenek lesznek.

A nyolcadik fejezet az egyes speciális méréseknél jól használható (azonban különben nem nagyon elterjedt) rezgőhúros műszerrel foglalkozik. A fejezet terjedelme a téma fontosságának megfelelő.

Az optikai feszültségvizsgálat módszerét ismerteti a kilencedik fejezet. Összefoglalja a vizsgálatok megértéséhez szükséges optikai alapfogalmakat (kettőtörés, színsávbrák, irányávbrák létrejötte stb.). Részletesen tárgyalja a mérési modell előkészítését, a mérés végrehajtását, végül a kiértékelés módszerét is. Foglalkozik az igen munkai igényes, de újabban egyre nagyobb jelentőségű térbeli feszültségvizsgálattal is.

Az eddig tárgyalt eljárásokkal általában a gyártás során keletkező maradó feszültségek roncsolás nélkül nem mutathatók ki. A tizedik fejezetben tárgyalt röntgensugaras mérés a

teljes feszültségi ill. alakváltozási állapot kimutatására alkalmas, tehát a maradó feszültségek is meghatározhatók vele. A fejezet igen gondosan ismerteti a mérési eljárás korlátait is, nevezetesen az atomi méretű nyúlásból makroszkopikus adatokra következtetés problémáját.

A könyv utolsó fejezete a mérési eredmények kiértékelésével és a modelltörvény alapjaival foglalkozik (sajnos igen szűkre szabott terjedelemben).

Összefoglalva megállapítható, hogy a könyv igen színvonalas, a gyakorlatban jól használható hézagpótló munka. Sajnálatos, hogy a hazai lehetőségek nem engedték meg egy terjedelmesebb, több részletre kiterjedő könyv kiadását. Az adott terjedelmen belül talán növelhető lett volna az irodalmi hivatkozások száma, bár a legfontosabb forrásokat tartalmazza a könyv.

A könyv értékét és használhatóságát fokozza a sok és igen szép kiviteli, szemléletes ábra és számpélda. A Műszaki Könyvkiadó gondosságát a szép kiviteli dicséri.

Dr. Michelberger Pál

Tranter, C. J.:

### BESSEL FUNCTIONS WITH SOME PHYSICAL APPLICATIONS

(A BESSEL-FÜGGVÉNYEK ÉS NÉHÁNY FIZIKAI ALKALMAZÁSUK)

Hart Publishing Company Inc., New York, 1969.

1922-ben jelent meg G. N. WATSON ma már klasszikusnak számító munkája — *Theory of Bessel Functions* címmel a Cambridge Press kiadásában — amely azóta is egyedülálló precizitással és részletességgel mutatja be a Bessel-függvényeket és azok alkalmazási lehetőségeit. Az azóta eltelt 47 év során egyetlen olyan könyv sem jelent meg, amelyet kifejezetten e rendkívül fontos függvénycsalád elemzésének szenteltek volna. Emiatt a hivatkozásokban többnyire a Watson-könyvvel, valamint a részben Bessel-függvényeket is tárgyaló, A. ERDÉLYI szerkesztésében megjelentetett *Higher Transcendental Functions* című munkával (McGraw Hill, 1953) találkozunk. Az utóbbi azonban csak e függvények matematikai viselkedését írja le, az alkalmazhatóságra nem térve ki.

A Watson-féle könyv kissé nehezen kezelhető azok számára, akik csak e függvények alkalmazásával foglalkoznak, kiválóan alkalmas azonban a kutatómunkát végző matematikusok részére. Mindaddig hiányzott azonban olyan munka, amely matematikai precizitással jellemzi a Bessel-függvényeket, s egyúttal megmutatja azok legfontosabb alkalmazási területeit, utalva ezek alkalmazási előnyeire, mind a fizika, mind pedig a különböző műszaki feladatok megoldása során.

TRANTER nemrégiben megjelent könyve éppen e hiányosság kiküszöbölését tette lehetővé. A szerző szemmel látható célja az volt, hogy gyors információt nyújtó olyan könyvet adjon a mérnökök és fizikusok kezébe, amely korrektt matematikai tárgyalásmódot használva mutatja be a Bessel-függvényeket és azok legfontosabb alkalmazási köreit. A könyv nem tartalmaz hosszadalmas levezetéseket és elemzéseket, közli viszont a felhasználás szempontjából alapvető jellemzőket, s utal az egyes kevésbé fontos levezetésekre, átalakítások gondolatmenetére, megadva azokat a forrásmunkákat, amelyekben azok részletesebben elemezve megtalálhatók. Ennél fogva a rendkívül logikusan felépített könyv up-to-date jellegű információkat szolgáltat a függvényekről és alkalmazási területeikről, valamint a segítségükkel könnyen megoldható alpfeladatokról.

A tárgyalás a Bessel-egyenlet megoldásával, a 0. és 1. rendű Bessel-függvények, Hankel-függvények, rekurrens formulák, Bessel-koefficiensek, módosított Bessel-függvények, ezek rekurrens formulának és a Kelvin-függvényeknek bemutatásával indul. Ezt követően kerül sor az indefinit integrálok bevezetésére és jellemzésére, s a Bessel-féle függvény-sorok részletesebb tárgyalására. A multiplikációs tétel és az addíciós tétel részletesebb elemzése során mutatja meg a szerző, miként célszerű két Bessel-függvény szorzatát sor alakban előállítani. A művelet további jellemzésére több példát mutat be.

Külön fejezet foglalkozik az integrál-reprezentációval és az aszimptotikus sorfejtésekkel. E rész célja a Bessel- és a Poisson-integrál részletesebb jellemzése, valamint a Bessel-integrál általánosítási módjának és az így nyert formulának megmutatása. Ugyanitt kerül bemutatásra a különböző Bessel-függvények helyettesítésére alkalmas, aszimptotikus sorok szerkesztésének elmélete is. A fizikában elsősorban a nagy argumentumú Bessel-függvények értékeit kell gyakran valamilyen sorral approximálni. Ezt szem előtt tartva, különösen nagy gondot fordít a szerző e közelítések jellemzésére, valamint e módszer alkalmazhatósági kritériumainak részletes ismertetésére.

Egy további fejezet foglalja össze a Bessel-függvények zérushelyeit, a különböző függvénytípusok esetére. Ugyanitt található a gyakorlatban igen jól bevált Stokes-módszer leírása is, amely a függvények zérushelyeinek viszonylag gyors meghatározását teszi lehetővé. Részben az itt megadott elemzésekhez kapcsolódik, részben pedig a következő tárgyalásokat alapozza meg a Fourier-Bessel-sorok, a Hankel-integrál formula és a Hankel-transzformációk rendkívül igényes ellemzése.

A Sonine-féle finit integrál és annak sorfejtése, a Weber-Schafheitlin-integrál és más finit, valamint infinit definit, de Bessel-függvényeket tartalmazó integrálok megoldhatóságával és kiszámítási módszerével is foglalkozik a szerző, ismét csak a legfontosabb axiómák ismeretetésére korlátozódva, s az alkalmazhatósági területek hangsúlyozását szem előtt tartva. E rész záró témája az általános alakú, Bessel-függvényeket tartalmazó integrálok kiszámíthatósági kritériumainak összegezését adja.

Mind az alkalmazott matematikában, mind pedig a fizikában gyakran találkozunk olyan kettős integrálokkal, amelyek kanonikus alakra hozása igen nagy segítséget jelentene a számítások elvégzése során. A Bessel-függvények esetében ilyenkor alkalmazható módszereket egy külön fejezetbe összegyűjtve találjuk meg, az Abel-integrál egyenlet és a Fredholm-integrál egyenlet bemutatásával és elemzésével együtt. Könnyen követhető szellemes levezetés bizonyítja a különböző kettős integrál-egyenletek sorokkal történő megoldhatóságát, illetve a Fredholm-féle integrál-egyenletre való visszavezethetőségét.

A könyvet a matematikai, fizikai-matematikai és mérnöki alkalmazhatóság leggyakoribb típusainak, jellegzetes feladatainak bemutatása zárja. Többek között ismertetésre kerül a Laplace- és a Hankel-transzformáció, valamint a jellegzetesebb differenciálegyenletek integrál transzformációval való megoldhatósága.

Az Appendix a gamma-függvényt mutatja be, az ennek segítségével kifejezhető fontosabb integráltípusokat, a gamma-függvény által kielégíthető függvényegyenleteket, valamint a függvény deriváltjait.

A könyv az *Applied Mathematics Series* egyik elemeként jelent meg, s elegáns tárgyalásmódjával, logikus felépítésével, könnyen áttekinthető anyagot szolgáltat a mérnökök és fizikusok számára. Jellegénél fogva is igen értékes, hézagpótló munka, amely nagyon komoly segítséget fog jelenteni a matematikai módszereket alkalmazó szakemberek számára.

Dr. Bitó János

## Zorkóczy B.:

### METALLOGRÁFIA ÉS ANYAGVIZSGÁLAT

Tankönyvkiadó, Budapest 1968, 475 oldal, 378 ábra

A könyv a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem két féléves tantárgyának anyagát tartalmazza, de azt végzett mérnökök is nagy haszonnal forgathatják tudásuk felfrissítése és kiegészítése érdekében. Ebből következik például, hogy a könyv nemcsak a metallográfiával és anyagvizsgálattal foglalkozik, hanem mindazon rokon területekkel is, melyek a fémes szerkezeti anyagok ismeretéhez, tulajdonságaik meghatározásához, befolyásolásához és az adott esetekben a legkedvezőbb anyagok kiválasztásához szükségesek.

A könyv nyolc fejezetet tartalmaz, melyek az alábbi négy csoportba sorolhatók. Egy fejezet a szükséges fémfizikai, termodinamikai és fémtani alapismereteket tartalmazza. Két további fejezet a szerkezeti anyagokat, azok alapvető jellegzetességét tárgyalja az alapfém, illetve az ötvöző elemek szerint csoportosítva. Négy fejezet foglalkozik a műszaki gyakorlat számára kiemelkedő fontosságú, de a hazai viszonyok között eddig aránylag háttérbe szorított hőkezelés technológiájával és annak különböző részletkérdéseivel. A hőkezelést — mint alkalmazott metallográfiát — a szerző saját mérései alapján kidolgozott állapot-ábrákra támaszkodva tárgyalja. Ez a körülmény a tananyag gyakorlati felhasználhatóságát jelentősen elősegíti. Végül az utolsó fejezet tartalmazza az anyagvizsgálatot.

Ilyen óriási anyag egyetlen kötetben való összeállítására csak úgy volt lehetséges, hogy a szerző sok helyen a részletekbe való bonyolódás helyett a legszükségesebb ismeretek közlésére szorítkozott. Ez alól csak a hőkezeléssel foglalkozó rész kivétel, mely — a könyv céljainak és a hőkezelés gyakorlati jelentőségének megfelelően — a többi fejezetenél sokkal részletesebb.

Ki kell emelni a könyvnek azt a tulajdonságát, hogy az alapismeretek tárgyalásakor, valamint a későbbi fejezetekben is szerencsésen ötvözi a modernebb fémfizikai szemléletmódot

a klasszikus felfogással. Így a hallgatókkal mindkét tárgyalásmódot megismerteti és ezáltal megkönnyíti számukra mind a régebbi mind a modernebb szakirodalom tanulmányozását.

A könyv szerkesztése világos és jól áttekinthető, tárgyalási módja könnyen érthető. A szöveget gondosan megszerkesztett szemléltető ábrák teszik még színvonalasabbá, melyek egyaránt szolgálnak a jelenségek vizuális rögzítésére és azok konkrét adatokkal való illusztrálására. Az ábra anyag, valamint más, az ipari gyakorlatból közölt adatok, például még inkább elősegítik, hogy a könyv az egyetemi hallgatókon kívül az iparban dolgozó szakembereknek is komoly segítséget nyújtson.

*Dr. Czoboly Ernő*

*Josef Uedelhoven:*

**SPANENDE WERKZEUGE IN DER MODERNEN FERTIGUNG. WENDESCHNEID-  
PLATTEN — WERKZEUGKOSTEN**

(FORGÁCSOLÓ SZERSZÁMOK A KORSZERŰ GYÁRTÁSBAN. VÁLTÓLAPKÁK — SZERSZÁMKÖLTSÉGEK)

VDI Taschenbücher T6, VDI Verlag GmbH. Düsseldorf 1969, 79 old., 67 ábra ill. táblázat.

Ez a könyv a keményfém és kerámiai váltólapkás forgácsoló szerszámokkal foglalkozik esztergákon és eszterga-automatákon történő felhasználásban. Részletesen ismerteti a kölni **FORD Művek** egyik üzemének szerszám-gazdálkodási és szerszám-felhasználási adatait. Igen sok gyakorlati útmutatást ad a különböző anyagok különféle felhasználási módozataiban. Bár a könyvben ismertetett adatok Krupp gyártmányú Widia keményfém minőségekre vonatkoznak, de az ISO szabványok alapján a megadott értékek más gyártmányú keményfém minőségekre is azonosíthatók, amennyiben azok szilárdsági jellemzői és minőségük megfelel a Krupp gyártmányokénak. Az egyes keményfém minőségek alkalmazásának változásait jól tükrözik az 1964—67 évek keményfém minőségeket felhasználó táblázatokban bemutatott változások. Ezeket figyelemmel kísérhetők a felhasználásban végbemenő finomítások.

A könyv gyártástervező gépészmérnököknek, technológusoknak, művellettervezőknek és szerszám-gazdálkodóknak melegen ajánlható.



## TARTALOM

### NEKROLÓG

Pelikán József	1913—1969	173
----------------	-----------	-----

### A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK 1969. MÁJUS 6-ÁN TARTOTT KIBŐVÍTETT OSZTÁLYÜLÉSE

<i>Bognár Géza</i> : Beszámoló a Műszaki Tudományok Osztályának 1968. évi tevékenységéről	177
Függelék az osztálytitkári beszámolóhoz	185
Hozzászólások az osztálytitkári beszámolóhoz:	
<i>Benedikt Ottó</i>	211
<i>Szigeti György</i>	212
<i>Széchy Károly</i>	214
<i>Kézdí Árpád</i>	215
<i>Kazinczy László</i>	217
<i>Kovács Károly Pál</i>	217
<i>Verő József</i>	219
<i>Bognár Géza</i> válasza az elhangzott hozzászólásokra	220

### TANULMÁNYOK

<i>Czibere T. és szerzőtársai</i> : Nemzetközi tudományos helyzetkép az áramlástechnikai gépekkel kapcsolatos kutatásokról	221
<i>Bosznay Á.</i> : A lengéstani kutatások egyes újabb irányai	233
<i>Csonka P.</i> : Csillagsokszög alaprajzú forgásparaboloid-héjak	243
<i>Debreczeny E.</i> : Függőhíd rendszerű, zárt szelvényű merevítőtartós acélszerkezetű csőhidak aerodinamikai vizsgálata	257
<i>Huszthy L.</i> : Síkbeli mechanizmusokra vonatkozó néhány tétel bizonyítása a komplex számsíkon	279
<i>Filemon J.-né</i> : A középpontgörbe alakú felvázolása	305
<i>Botka I.—Erney Gy.</i> : Változó terhelésű lenyesett profilú hengereskerékpárok számítása	323
<i>Kollár L.—Szóts M.</i> : Torznégyszög alakú lapos hiperbolikus paraboloidhéj peremzavarai	341
<i>Rózsa É.—Stefániay V.</i> : Félvezető egykristályok felületi roncsolt rétegszerkezetének vizsgálata. A csiszolás hatása	357
<i>Janositz J.</i> : A mintavételezés valószínűségelméleti analízise	373
<i>Pethő Sz.</i> : Kémiai elemzések pontosságának ellenőrzése az ásványelőkészítőműveknél	381

### KÖNYVISMERTETÉSEK

Betontechnische Berichte 1968 ( <i>Goschy B.</i> )	393
Bonsen, K.: Tabellen für Druck- und Zugfedern ( <i>Terplán S.</i> )	394
Devics J.—Károlyi Zs.—Zádor M.: A magyar műszaki értelmiség és a Műegyetem a Tanácsköztársaság idején ( <i>Csáki F.</i> )	394
Ferguson, E. S.: A technika történetének bibliográfiája ( <i>Bitó J.</i> )	395
Géher K.: Lineáris hálózatok ( <i>Bitó J.</i> )	396
Gerecs Á.: Bevezetés a kémiai technológiába ( <i>Korach M.</i> )	397
Joiner, J. H.: Essentials of the Theory of Structures ( <i>Csonka P.</i> )	398
Nowak, G.: Das Kostendenken des Ingenieurs ( <i>Pethes Gy.</i> )	398
Paduart, A.: Voiles minces en béton armé ( <i>Csonka P.</i> )	399
Sensicle, A.: Introduction to Control Theory for Engineers ( <i>Csáki F.</i> )	399
Selényi P.: Gesammelte Arbeiten ( <i>Bitó J.</i> )	400
Thamm—Ludwig—Huszár—Szántó: A szilárdságtan kísérleti módszerei ( <i>Michelberger P.</i> )	401
Tranter, C. J.: Bessel Functions with some Physical Applications ( <i>Bitó J.</i> )	403
Zorkóczy B.: Metallográfia és anyagvizsgálat ( <i>Czoboly E.</i> )	404
Uedelhoven J.: Spanende Werkzeuge in der modernen Fertigung. Wendescheidplatten-Werkzeugkosten ( <i>Hornung A.</i> )	405

## CONTENT

### ORITUARY

Pelikán J.	1913—1969	173
------------	-----------	-----

#### EXTENDED MEETING OF THE DEPARTMENT OF TECHNICAL SCIENCES HELD THE 6TH MAI 1969

<i>Bognár, G.</i> : Report on the Work of the Department of Technical Sciences	177
Annex to the Report of the Department Secretary	185
Contributions to the Report of the Department Secretary:	
<i>Benedikt, O.</i>	211
<i>Szigeti, Gy.</i>	212
<i>Széchy, K.</i>	214
<i>Kézdí, Á.</i>	215
<i>Kazinczy, L.</i>	217
<i>Kovács, K. Pál</i>	217
<i>Verő, J.</i>	219
<i>Bognár, G.</i> : Reply to the Contributions	220

### PAPERS

<i>Czibere, T.</i> : A surevy of the international research of hydrodynamic machines	221
<i>Bosznay, Á.</i> : Certain New Trends in Research on the Theory of Oscillation	233
<i>Csonka, P.</i> : Paraboloid Shells of Revolution on Star-Polygon Ground Plan	243
<i>Debreczeny, E.</i> : Aerodynamic Investigation of Steel Suspension Pipe Bridges with Stiffening Girder of Closed Cross Section	257
<i>Huszthy, L.</i> : Proof of Some Theorems on Plane Mechanism, in the Plans of Complex Numbers	279
<i>Mrs. Filemon, J.</i> : Conformal Sketching of the Centre Curve	305
<i>Botka, I.—Erney, Gy.</i> : Calculation of Spur Gear Pairs with Clipped Profiles under Varying Load	323
<i>Kollár, L.—Szóts, M.</i> : Edge Disturbances of the Shallow Hyperbolic Paraboloidal Shell Bounded by four Generatrices	341
<i>Mrs. Rózsa, É.—Stefániay, V.</i> : Investigation of the Destroyed Layer Structure on the Surface of Semiconductor Monocrystals	357
<i>Janositz, J.</i> : Analysis of Sampling According to the Theory of Probability	373
<i>Pethő, Sz.</i> : Cheking of the Accuracy of Chemical Analyses at Mineral Dressing Works	381

### BOOK REVIEW

Betontechnische Berichte 1968 ( <i>Goschy, B.</i> )	393
Bonsen, K.: Tabellen für Druck- und Zugfedern ( <i>Terplán, S.</i> )	394
Devices, J.—Károly, Zs.—Zádor, M.: A magyar műszaki értelmiség és a Műegyetem a Tanácsköztársaság idején ( <i>Csáki, Fr.</i> )	394
Ferguson, E. S.: A technika történetének bibliográfiája ( <i>Bitó, J.</i> )	394
Géher, K.: Lineáris hálózatok ( <i>Bitó, J.</i> )	395
Gerecs, Á.: Bevezetés a kémiai technológiába ( <i>Korach, M.</i> )	396
Joiner, J. H.: Essentials of the Theory of Structures ( <i>Csonka, P.</i> )	397
Nowak, G.: Das Kostendenken des Ingenieurs ( <i>Pethes, Gy.</i> )	398
Paduart, A.: Voiles minces en béton armé ( <i>Csonka, P.</i> )	399
Sensicle, A.: Introduction to Control Theory for Engineers ( <i>Csáki, Fr.</i> )	399
Selényi, P.: Gesammelte Arbeiten ( <i>Bitó, J.</i> )	400
Thamm—Ludwig—Huszár—Szántó: A szilárdságtan kísérleti módszerei ( <i>Michelberger, P.</i> )	401
Tranter, J. C.: Bessel Functions with Some Physical Applications ( <i>Bitó, J.</i> )	403
Zorkóczy, B.: Metallográfia és anyagvizsgálat ( <i>Czoboly, E.</i> )	404
Uedelhoven, J.: Spanende Werkzeuge in der modernen Fertigung. Wendelscheidplatten-Werkzeugkosten ( <i>Hornung, A.</i> )	405



## INHALTSVERZEICHNIS

### NEKROLOG

Pelikán J.	1913—1969	173
------------	-----------	-----

### ERWEITERTE ABTEILUNGSSITZUNG DER ABTEILUNG DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN AM 6. MAI, 1969

<i>Bognár G.</i> : Bericht über die Tätigkeit der Abteilung der Technischen Wissenschaften im Jahre 1968	177
Anhang zum Bericht des Abteilungssekretärs	185
Beiträge zum Bericht des Abteilungssekretärs:	
<i>Benedikt, O.</i>	211
<i>Szigeti, Gy.</i>	212
<i>Széchy, K.</i>	214
<i>Kézdy, Á.</i>	215
<i>Kazinczy, L.</i>	217
<i>Kovács, K. P.</i>	217
<i>Verő, J.</i>	219
<i>Bognár, G.</i> : Beantwortung der Beiträge	220

### ABHANDLUNGEN

<i>Czibere, T.</i> und Mitarbeiter: Stand der Strömungstechnik	221
<i>Bosznay, Á.</i> : Neue Forschungstendenzen über die Schwingungslehre	233
<i>Csonka, P.</i> : Rotationsparaboloidschalen über Sternpolygongrundriß	243
<i>Debreczeny, E.</i> : Aerodynamische Untersuchung von stählernen Hängebrücken mit Versteifungsträgern von abgeschlossenem Querschnitt zur Überführung von Rohrleitungen	257
<i>Huszthy, L.</i> : Beweis einiger Sätze über ebene Mechanismen, in der komplexen Zahlenebene	279
<i>Frau Filemon, J.</i> : Formgetreue Skizzierung der Mittelpunktskurve	305
<i>Botka, I.</i> — <i>Erney, Gy.</i> : Berechnung von Strinrädepaaren mit Profilrücknahme unter wechselnder Belastung	323
<i>Kollár, L.</i> — <i>Szóts, M.</i> : Randströmungen der windschiefviereckförmigen flachen hyperbolischen Paraboloidschale	341
<i>Frau Rózsa, É.</i> — <i>Stefániay, V.</i> : Untersuchung der zerstörten Schichtstruktur an der Oberfläche von Halbleitereinkristallen	357
<i>Janositz, J.</i> : Wahrscheinlichkeitstheoretische Untersuchung der Stichprobenentnahme	373
<i>Pethő, Sz.</i> : Kontrolle der Genauigkeit von chemischen Analysen in Mineralaufbereitungswerken	381

### BUCHBESPRECHUNG

Betontechnische Berichte 1968 ( <i>Goschy, B.</i> )	393
Bonsen, K.: Tabellen für Druck- und Zugfedern ( <i>Terplán, S.</i> )	394
Devis, J.— <i>Károly, Zs.</i> — <i>Zádor, M.</i> : A magyar műszaki értelmiség és a Műgyetem a Tanácsköztársaság idején ( <i>Csáki, Fr.</i> )	394
Ferguson, E. S.: A technika történetének bibliográfiája ( <i>Bitó, J.</i> )	395
Géher, K.: Lineáris hálózatok ( <i>Bitó, J.</i> )	396
Gerecs, Á.: Bevezetés a kémiai technológiába ( <i>Korach, M.</i> )	397
Joiner, J. H.: Essentials of the Theory of Structures ( <i>Csonka, P.</i> )	398
Nowak, G.: Das Kostendenken des Ingenieurs ( <i>Pethes, Gy.</i> )	398
Paduart, A.: Voiles minces en béton armé ( <i>Csonka, P.</i> )	399
Sensicle, A.: Introduction to Control Theory for Engineers ( <i>Csáki, Fr.</i> )	399
Selényi, P.: Gesammelte Arbeiten ( <i>Bitó, J.</i> )	400
Thamm—Ludwig—Huszár—Szántó: A szilárdságtan kísérleti módszerei ( <i>Michelberger, P.</i> )	401
Tranter, J. C.: Bessel Functions with some Physical Applications ( <i>Bitó, J.</i> )	403
Zorkóczy, B.: Metallográfia és anyagvizsgálat ( <i>Czoboly, E.</i> )	404
Uedelhoven, J.: Spandende Werkzeuge in der modernen Fertigung. Wendelscheidplatten-Werkzeugkosten ( <i>Hornung, A.</i> )	405

## СОДЕРЖАНИЕ

## НЕКРОЛОГ

<i>Йожеф Пеликан</i> (1913—1969) .....	173
--	-----

РАСШИРЁННОЕ ЗАСЕДАНИЕ ОТДЕЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, СОСТОЯВШЕЕСЯ  
6-ГО МАЯ 1969 ГОДА

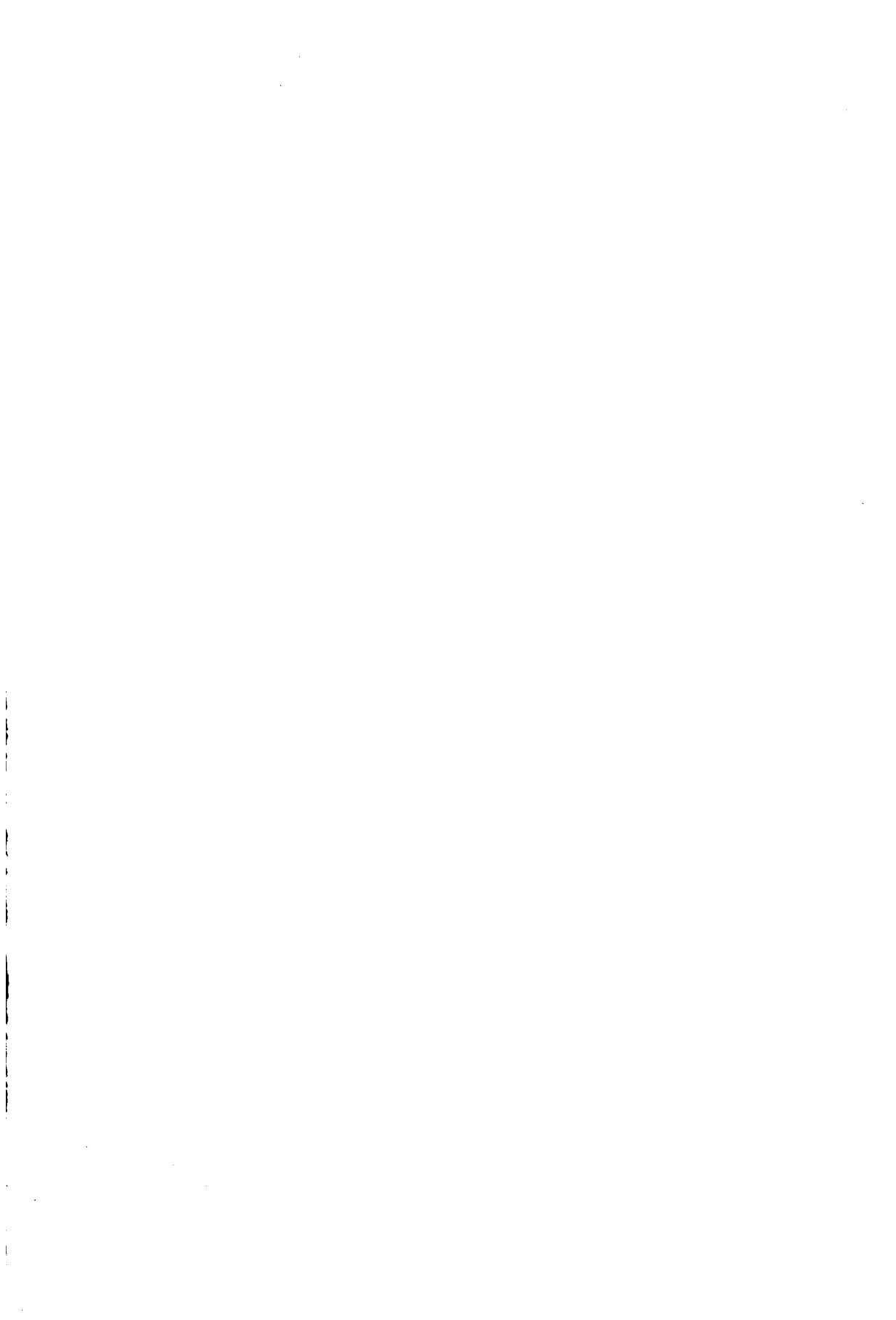
<i>Геза Богнар</i> : Отчетный доклад о работе Отделения технических наук Академии наук Венгрии за 1968 год .....	177
Приложение к отчетному докладу секретаря Отделения технических наук Академии наук Венгрии .....	185
Выступления по отчетному докладу секретаря Отделения технических наук Академии наук Венгрии:	
<i>Отто Бенедикт</i> .....	211
<i>Дьердь Сигети</i> .....	212
<i>Карой Сечи</i> .....	214
<i>Арпад Кезди</i> .....	215
<i>Ласло Казинци</i> .....	217
<i>Карой Пал Ковач</i> .....	217
<i>Цожеф Верэ</i> .....	219
<i>Ответ Гезы Богнара</i> на заслушанные выступления по отчетному докладу Отделения технических наук Академии наук Венгрии .....	220

## ТРУДЫ

<i>Т. Цибере</i> и сотр.: Международный обзор о положении в области исследований по гидродинамическим машинам .....	221
<i>А. Боснаи</i> : Некоторые направления в области исследований по теории колебаний .....	233
<i>П. Чонка</i> : Оболочки параболоида вращения с планом в виде звездчатого многоугольника .....	243
<i>Е. Дебрецени</i> : Аэродинамический анализ трубных мостов стальной конструкции со стрингерной балкой, закрытого профиля и в виде висячего моста .....	257
<i>Л. Хусты</i> : Доказательство нескольких теорем по плоскостным механизмам на комплексной числовой плоскости .....	279
<i>Й. Филемон</i> : Софрменное отображения центральной кривой .....	305
<i>И. Ботка, Д. Эрней</i> : Расчет вальцовых пар усеченного профиля, на которые действует переменная нагрузка .....	323
<i>Л. Коллар, М. Сетч</i> : Краевые аномалии плоской гиперболической параболической оболочки, имеющей форму искаженного четырехугольника .....	341
<i>Е. Рожжа, Б. Штефанияи</i> : Исследование структуры нарушенного поверхностного слоя полупроводниковых монокристаллов .....	357
<i>Й. Яношич</i> : Анализ на основе теории вероятности отбора пробы .....	373
<i>С. Петэ</i> : Контроль точности химических анализов на установках для подготовки минеральных ископаемых .....	381

## ОБЗОР КНИГ

Betontechnische Berichte 1968 ( <i>Goschy B.</i> ) .....	393
Bonsan, K.: Tabellen für Druck- und Zugfedern ( <i>Terplan S.</i> ) .....	394
Devis J.—Károlyi Zs.—Zádor M.: Венгерская техническая интеллигенция и Политехнический институт во время Венгерской Советской Республики ( <i>Csáki Fr.</i> ) .....	394
Ferguson, E. S.: Библиография истории техники ( <i>Bitó J.</i> ) .....	395
Géher, K.: Линейные цепи ( <i>Bitó J.</i> ) .....	396
Gerecs, Á.: Введение в химическую технологию ( <i>Korach M.</i> ) .....	397
Joiner, J. H.: Essentials of the Theory of Structures ( <i>Csonka P.</i> ) .....	398
Nowak, G.: Das Kostendenken des Ingenieurs ( <i>Pethes Gy.</i> ) .....	398
Paduart, A.: Voiles minces en béton armé ( <i>Csonka P.</i> ) .....	399
Sensicle, A.: Introduction to Control Theory for Engineers ( <i>Csáki Fr.</i> ) .....	399
Selényi, P.: Gesammelte Arbeiten ( <i>Bitó J.</i> ) .....	400
Thamm—Ludwig—Huszár—Szántó: Экспериментальные методы теории сопротивления материалов ( <i>Michelberger P.</i> ) .....	401
Tratner, C. J.: Bessel Functions with some Physical Applications ( <i>Bitó J.</i> ) .....	403
Zorkóczy, B.: Металлография и испытание материалов ( <i>Czoboly E.</i> ) .....	404
Uedelhoven, J.: Spanende Werkzeuge in der modernen Fertigung. Wendescheidplatten-Werkzeugkosten ( <i>Hornung A.</i> ) .....	405

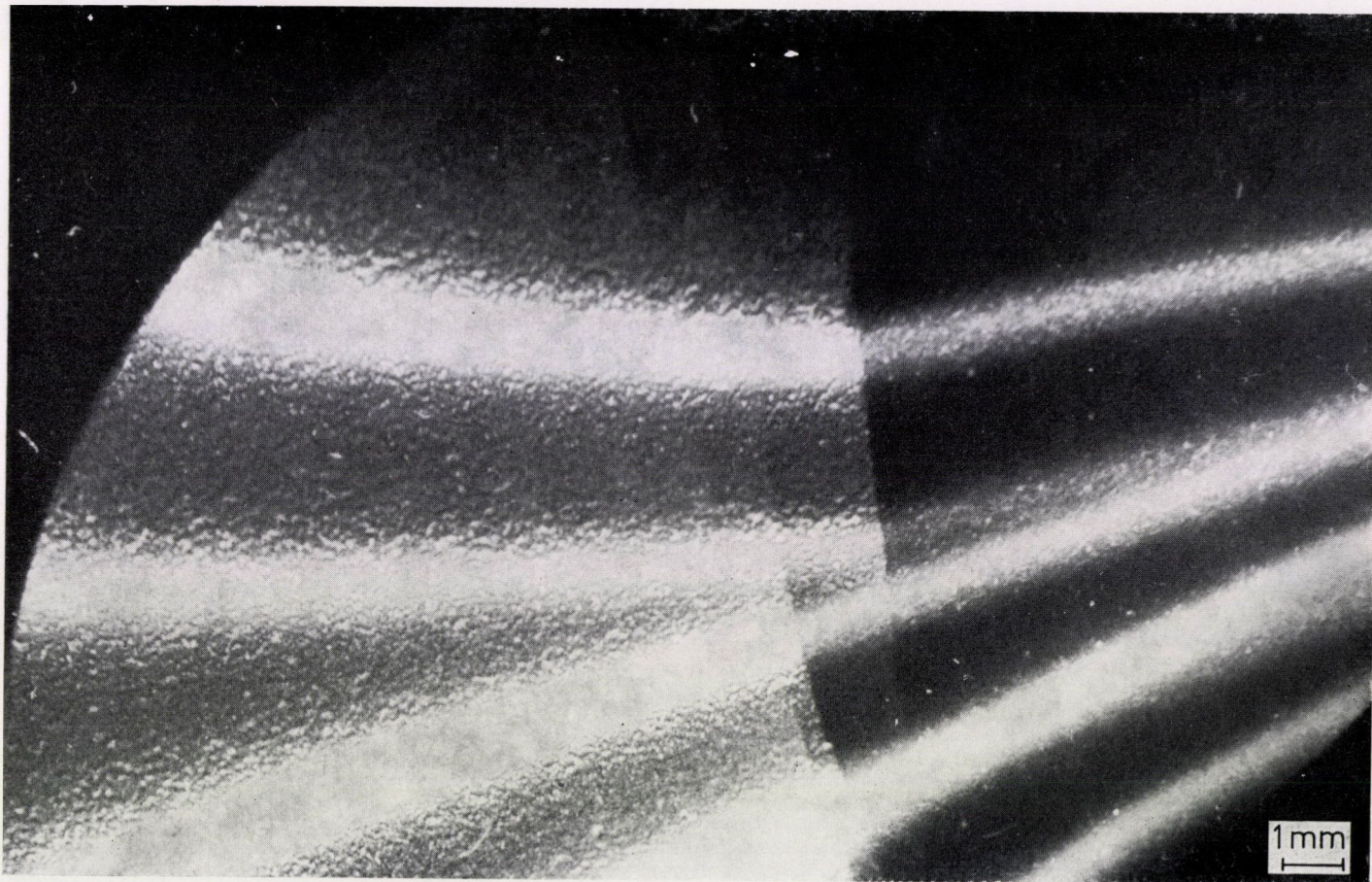


A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki szerkesztő: Merkly László

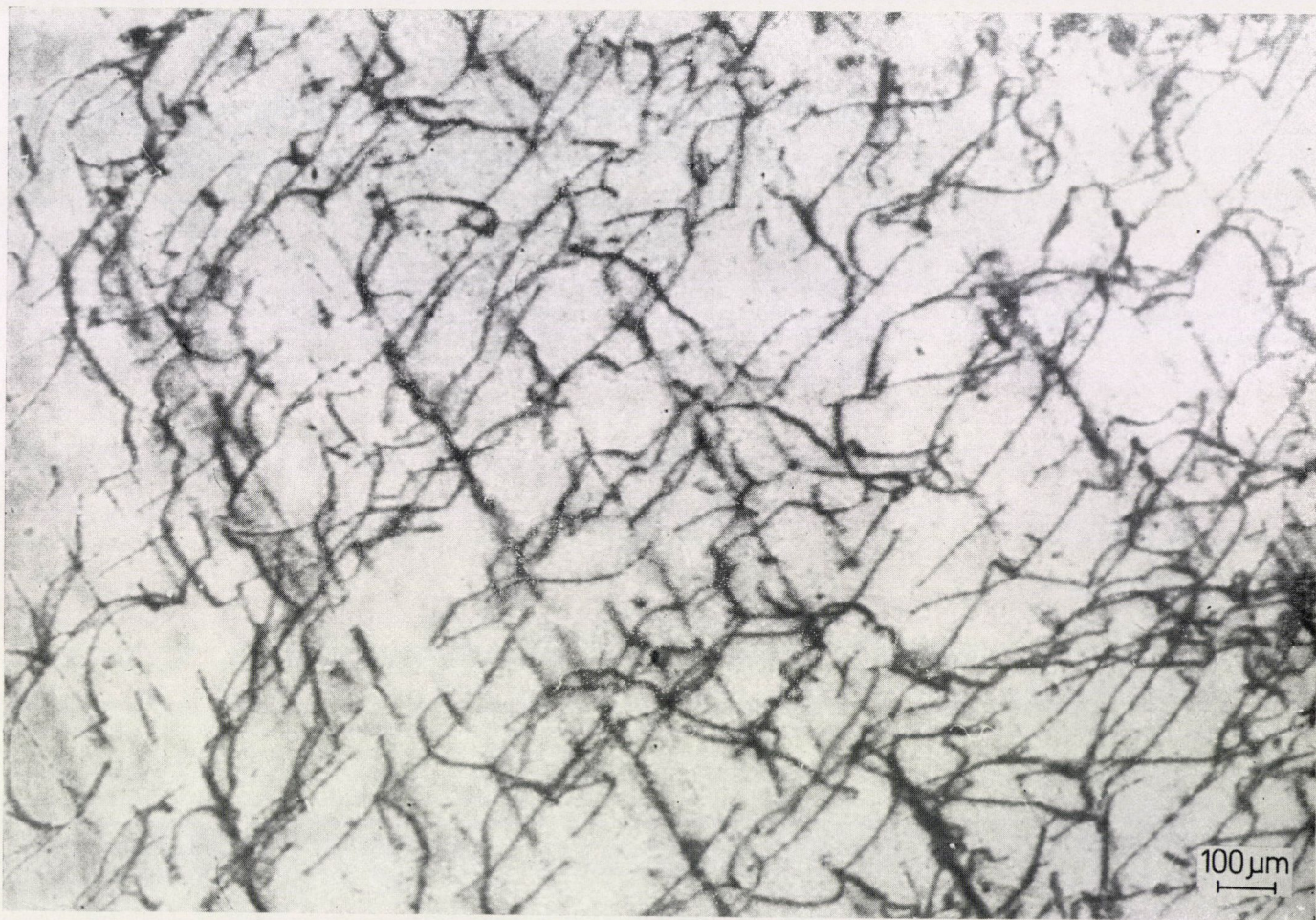
A kézirat nyomdába érkezett: 1970. XI. 17. — Terjedelem: 21 (A/5) fv + 0,7 (A/5) fv melléklet

70.68619 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

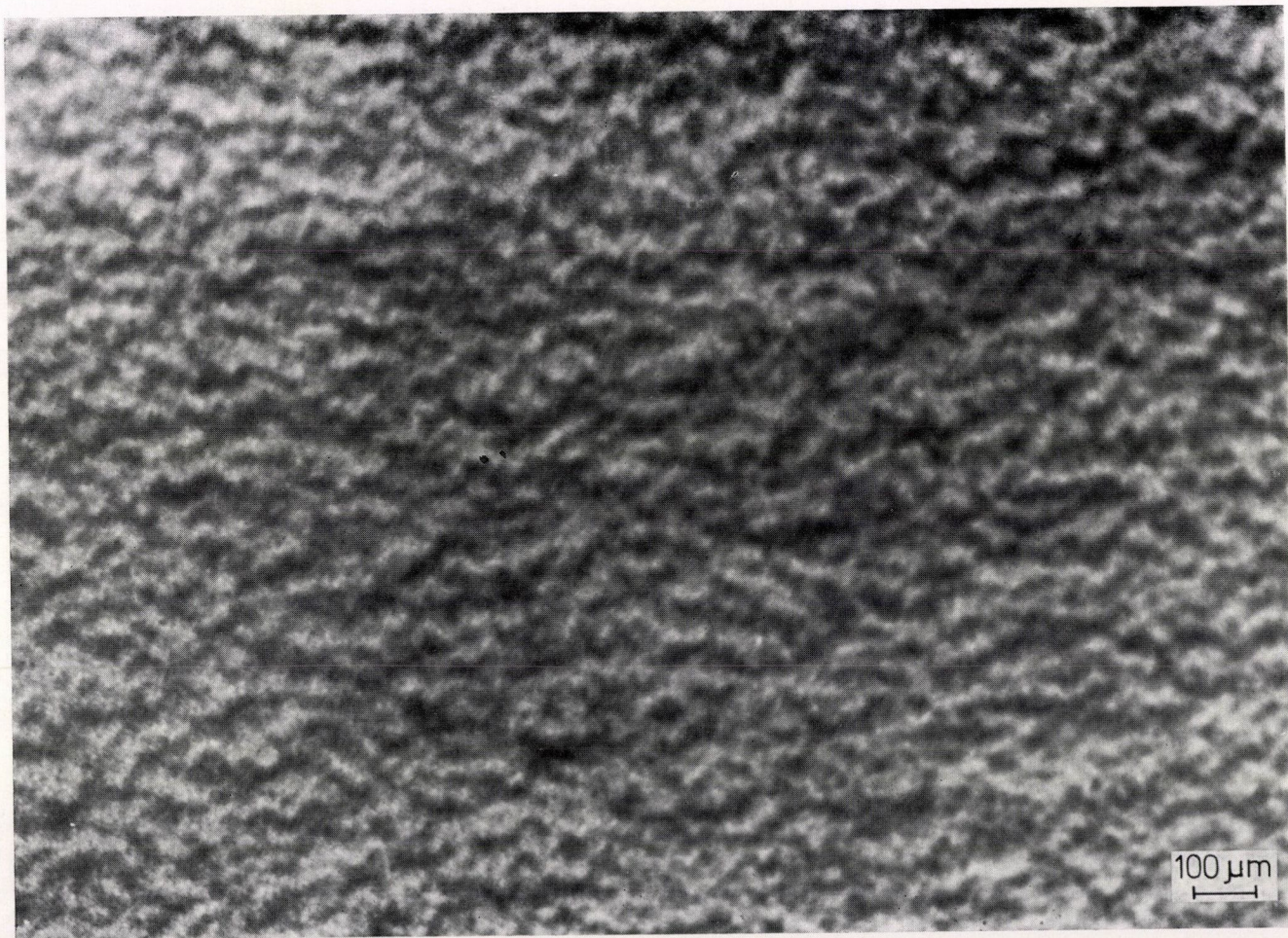


7. ábra. A karakterisztikus vonalak a szeletek szélei felé kiszélesednek, tehát a roncolt réteg vastagsága nem egyenletes: a szelet felületének egy részéről a hibás szerkezetű réteg hiányzik (negatív másolat)



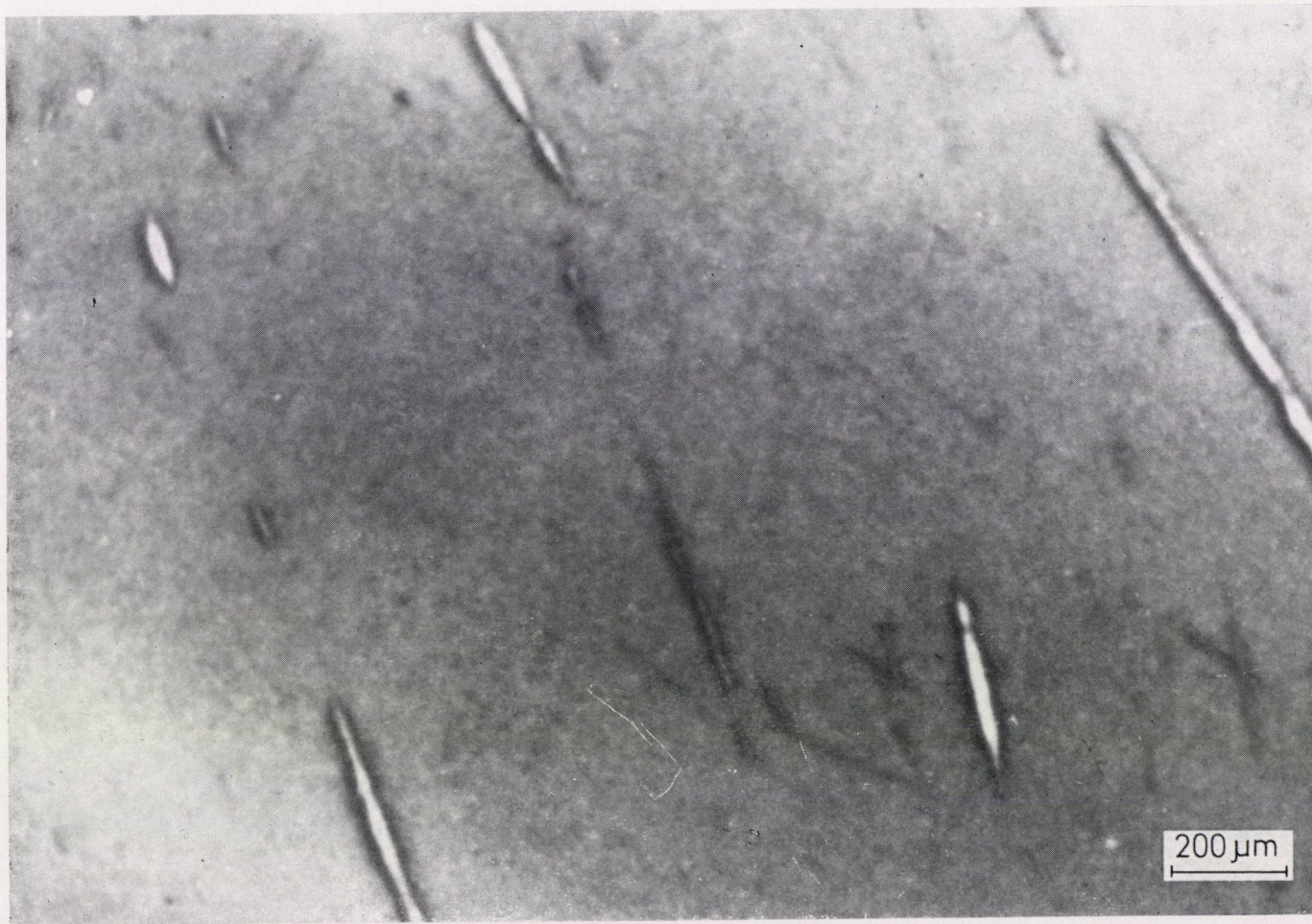


5. ábra. A 4. ábrán látható szeletről a roncsolt réteg eltávolítása után készült topogram: az összefüggő hibaszerkezet eltűnt és megfigyelhető a kristály diszlokáció-hálózata [Mo – K<sub>x1</sub>; Si(220)]



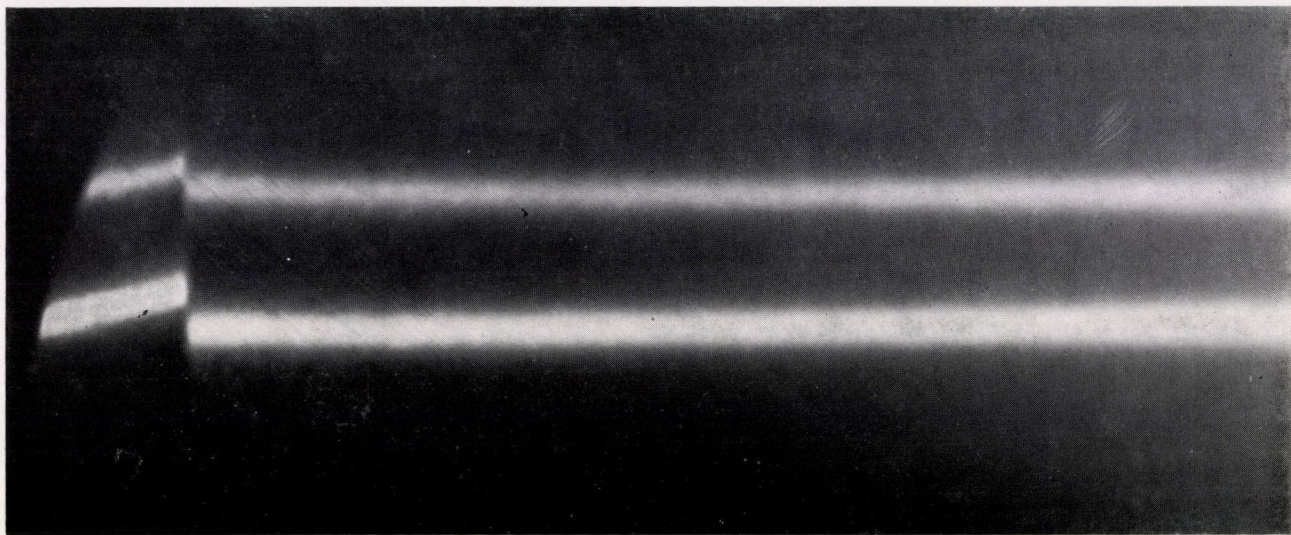
4. ábra. Csizolt felületű kristályszelet transzmissziós topogramja [Mo-K<sub>α1</sub>; Si(220)]



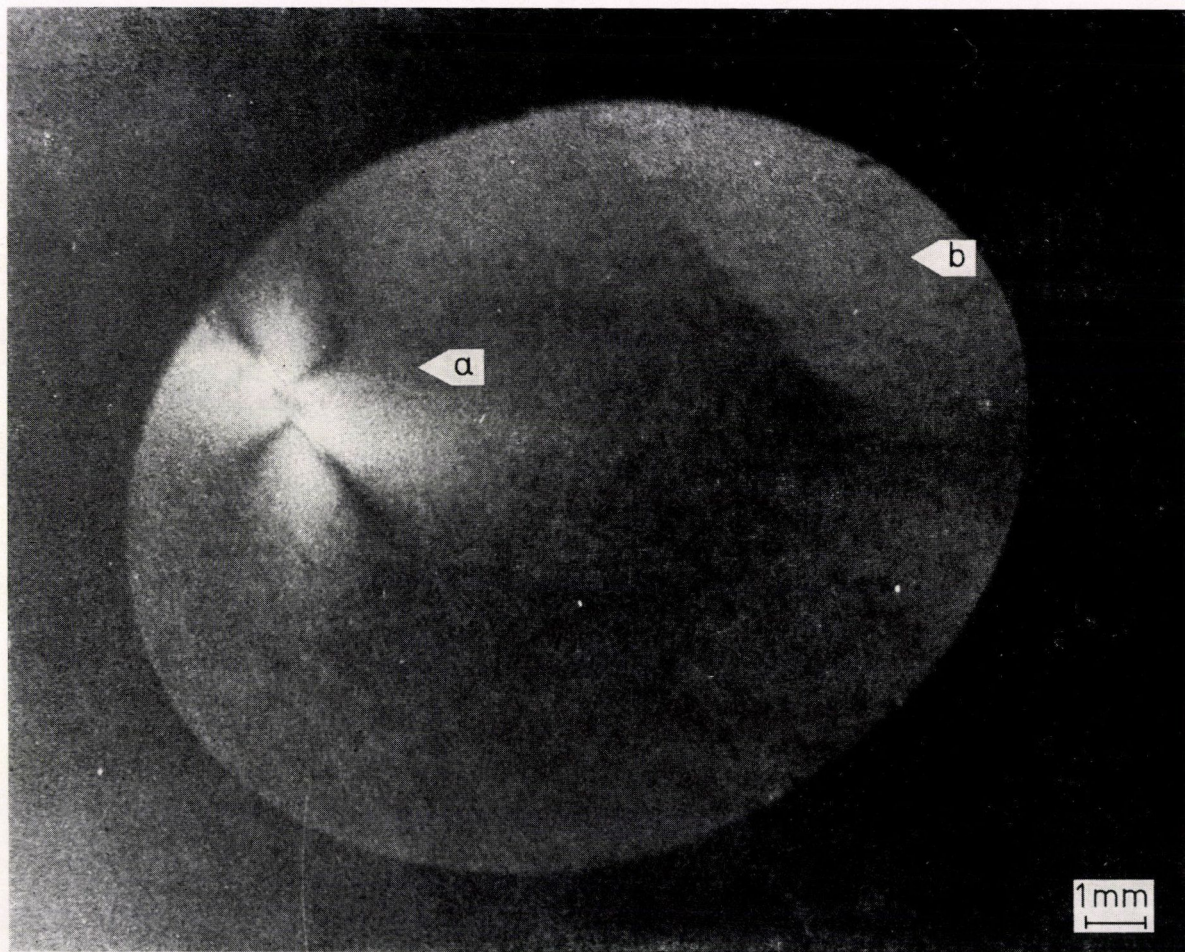


3. ábra. Optikailag tökéletesnek látszó polírozott germánium felületen csiszolás okozta rácshibák figyelhetők meg [felületi reflexiós felvétel; Cu-K<sub>α1</sub>; Ge(333)]





9. ábra. A  $K_{z1,2}$  vonalak a repedések környezetében elmozdulnak, az elmozdulás arányos az orientáció eltéréssel  
(negatív másolat)



10. ábra. A sugárnyaláb „fehér” komponenseivel készített felvételen jól megfigyelhető a mikrorepedés feszültségtere (a); a kristálylemez egy részét roncsolt réteg (b) borítja (negatív másolat)



**45, - Ft**

**Megjelent 1970. III. 20.**

**Index: 26.499**