

## A KÖZLEKEDÉSI ÖKONOMETRIA CÉLKITÜZÉSEI, MÓDSZERTANI PROBLÉMÁI ÉS EREDMÉNYEI<sup>1</sup>

A közgazdaságtudományoknak, köztük a közlekedésgazdaságtannak is a természettudományokhoz való közelítése hatásosan elősegíti, hogy a közgazdaságtudomány s így a közlekedésgazdaságtan maga is közvetlen termelőerővé váljék. Ez a közelítés jobbra két fő irányban jelentkezik: a) a *matematika és közgazdaságtan* (esetünkben a közlekedésgazdaságtan), b) a *technika és a közgazdaságtan* (esetünkben a közlekedésgazdaságtan) *határterületén*. Az előbbi határterületen a gazdaságmatematikai módszerek egész rendszere ötvöződik már, sőt megszületik a közgazdasági kibernetika (esetünkben a közlekedésgazdasági kibernetika) is. Az utóbbi határterületen pedig szinte szemünk láttára jön létre, mint új fontos közgazdaságtudományi ágazat: a technikai fejlődés gazdaságtana,<sup>2</sup> (esetünkben a közlekedés műszaki fejlődésének gazdaságtana).<sup>3</sup>

A matematikai módszerek, főképpen pedig a matematikai statisztikai módszerek alkalmazásai, a szabatoság tekintetében igényesebb gazdasági vizsgálatokban, hívják életre azt a tudományágazatot, amelyet mintegy 45 évvel ezelőtt, első körvonalainak jelentkezésekor, *Ragnar Frisch* kiváló norvég gazdaságmatematikus találóan *ökonometriának* nevezett el, mégpedig a múlt század végén elterjedt „biometria” szó hasonmásaként. Ma már van „szociometria”, van „pszichometria”, sőt legújában megjelent az „organometria” is mint ilyen jellegű határterületen, a szervezéstudományi vizsgálatokkal kapcsolatosan, született egzakt tudományágazat. Még 1930-ban nemzetközi ökonometriai társaság (Econometric Society) alakult és 1933 óta önálló nagy folyóirata van az „Econometrica”,<sup>4</sup> amely fennállása óta sokszor foglalkozott nehéz közlekedésgazdasági kérdések egzakt vizsgálatával, mint pl.: vasúti termelési és költségfüggvények mint sztochasztikus matematikai modellek kidolgozása, közúti forgalmi torlódások gazdaságmatematikai vizsgálata, közlekedési rendszer optimális üzemeltetése, gépkocsi és motorkerékpár kereslet

<sup>1</sup> A szerző a Mérnöki Továbbképző Intézet 1965. évi tavaszi „Üttervezés és hídtervezés”-i tanfolyamán és a Magyar Közgazdasági Társaság 1965. év végi „Oskar Lange emlékülés”-én hasonló címen tartott előadásainak, valamint az 1962, 63, 64. években a Közlekedéstudományi Egyesületben a matematikai módszerek közlekedésgazdasági alkalmazásairól tartott előadásainak kiegészített összefoglalója.

<sup>2</sup> *Gatovszkij, L.*: *Ekonomiceszkaja nauka i nekotörje problémü techniceszkovo progressza.* (Voproszü Ekonomiki, Moszkva, 1965. 12. sz.)

<sup>3</sup> Lásd pl. mint kezdeményezést e tekintetben *Kádas K.* (szerk.): *Közlekedési üzemek műszaki fejlesztésének gazdaságtana.* (Művelődésügyi Minisztérium, Üzemgazdasági jegyzet 1962.)

<sup>4</sup> Hasonló nevezetes nemzetközi tudományos folyóirat a „Biometrics” és újabban a „Technometrics”.

A szerzőt az Econometric Society 1946-ban tagjává választotta.

alakulásának elemzése, vasúti tarifák vizsgálata, légi közlekedési utasszállítás programozása stb.

Összefügg a vázolt matematizálódási irányzat azzal, amit már nem csak a természettudományok, hanem a társadalomtudományok fejlődése is mind határozottabban mutat, nevezetesen, hogy egyre több és több összefüggés található alkalmasnak a számszerűsítésre és egzakt formában való kifejezésre. E körülmény azok szabatosabb tárgyalását lényegesen elősegíti. Hovatovább, talán éppen ezért, mind több és több olyan összefüggés kerül feldolgozásra, amelyeknél ezt a számszerűsítést korábban úgyiszlólván elképzelhetetlennek tartották. Így volt ez jórészt néhány száz évvel ezelőtt pl. magánál a fizikánál is, amely tudomány területén pedig az egzakt kifejezési formák régebben is már szinte kézenfekvőek voltak. Korunkban a matematika és a számítógépek hatalmas fejlődése a kvantifikálási lehetőséget más, addig kevésbé egzaktnak látszó tudományterületeken is már megteremtik.

Ahhoz hasonlóan, ahogy az ágazati gazdaságtanok között — elsősorban a Szovjetunióban — kifejlődött a közlekedés mint fontos népgazdasági ágazat önálló gazdaságtana,<sup>5</sup> a közlekedésgazdaságtan, nemzetközi nevén a transzportökonomia, újabban kialakulóban van a közlekedési ökonometria, illetőleg a gazdaságmatematikai módszerek közlekedési alkalmazásának módszertana szintén, amely — a tervgazdaság viszonyai között — a közlekedéstudományoknak mind fontosabb ágazatává válik.<sup>6</sup> Méghozzá olyan ágazatává, amely az egységes szocialista közlekedés gazdasági irányításánál máris jelentős gyakorlati szerepre hivatott.

A drezdai Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List” gazdaságmérnöki karán évek óta külön docentura működik a közlekedési ökonometria tudományos ismeretanyagának az oktatására és fejlesztésére. Hasonlóképp tapasztalhatók számos országban a közlekedés<sup>7</sup> és a többi nagy népgazdasági ágazat: így az ipar, építőipar, a mezőgazdaság, belkereskedelem stb. vonatkozásában. Nálunk az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Gazdasági Mérnöki Szakán, mintegy 10 év óta jelentős terjedelemben kerül oktatásra a gazdaságmatematikai módszerek közlekedési és építőipari alkalmazása. A közlekedés feladatainak megoldásánál is igen értékesen felhasználható gazdaságmatematikai ismeretanyag oktatása valósult meg az utóbbi években a Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem tervmatematikai disciplináinak keretében.

Az egyes gazdasági ágazatok területén egymásután terebélyesednek ki az üzemgazdasági matematikai diszciplínák, az ún. ágazati mikroökonometriák<sup>8</sup>

<sup>5</sup> Egyik alapvető munka e tekintetben *Hacsaturov, T. Sz.*: *Ökonomika transzporta* (1959. Moszkva) c. könyve.

<sup>6</sup> A közlekedési ökonometria megjelenését időben kissé megelőzte az ún. *geökonometria* fogalmának a felvetése, amely az ökonometriába a tér dimenziójának beépítését javasolta.

<sup>7</sup> A „Schriftenreihe des Bundesministers für Verkehr” 26-ik füzeté, amely 1963-ban Bonnbán jelent meg pl. a következő című: *Ökonometrische Beiträge zur Lösung von Verkehrsproblemen*. Közvetlenül a jelen tanulmány kinyomtatása előtt jelent meg a drezdai *Richter Kl.-J. Transportökonomie* (Berlin, 1966, Transpress Verlag) c. könyve.

<sup>8</sup> Klasszikus megalapozó munka e tekintetben a svéd *Carlson, S.*: *A Study on the Pure Theory of Production* c. könyve (1939. London). Közlekedés vonatkozásában kapcsolódik ehhez több tekintetben *Pirath C.*: *Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft* (1949, Berlin) könyve, majd részben *Kodytek, B.*: *Ökonomika dopravy I.* (Vysoká skola zeleznica jegyzete) 1956. Praha. továbbá *Kánya E.*: *A közlekedés önköltsége*. 1966. Budapest és *Szántó E.*: *Módszer rakodógépek sztochasztikus gazdasági optimumának meghatározására*, (kandidátusi értekezés) 1966. Lásd még *Jándy G.*: *Szállítási és telepítési operációkutatás*. 1963. Budapest.



is. Egyébként az újabban gyorsan terjedő operációkutatás, amelynek a „szállítási probléma” közismert lineáris programozási megoldása volt az egyik első nagyszabású eredménye sem más jórészt, mint üzemi vállalati ökonometria,<sup>9</sup> illetőleg *üzemökonometria*,<sup>10</sup> amely az üzemgazdaságtan és a vezetéstudomány fejlődésének szinte új korszakát nyitja meg. A vasúti üzemben kedvező technológiai adottságok folytán a mikroökonometriai módszerek alkalmazásának különösképp nagy lehetőségei vannak. Jó lehetőségek vannak erre a többi közlekedési ágánál szintén.

*Lange Oszkár* múlt évben elhunyt világhírű lengyel közgazdász, a Lengyel Tudományos Akadémia tagja, írja, egyetemi előadásait tartalmazó 1958-ban Varsóban megjelent „Bevezetés az ökonometriába” c. munkában<sup>11</sup> a következőket: . . . „az ökonometria az a tudomány, amely statisztikai módszerekkel igyekszik megállapítani a gazdasági élet konkrét mennyiségi törvényszerűségeit.” — Majd később még részletesebben kifejti: „az ökonometria kapcsolatot teremt a gazdaságelmélet és gazdaságstatisztika között és arra törekszik, hogy matematikai módszerek segítségével konkrétan, mennyiségileg fejezze ki a gazdaságelmélet által megállapított általános, sematikus törvényszerűségeket”. Az ökonometria tehát bizonyos gazdaságelméleti törvényszerűségeket a társadalmi-gazdasági adottságoknak megfelelően, korszerű statisztikai módszerekkel, kvantitatíve konkretizál.<sup>12</sup> Mintegy hidat alkot az elmélet és a gazdasági valóság között. Pontosabb kifejtésben: az ökonometria és így a közlekedési ökonometria is a gazdaságelméleti (ez esetben közlekedésgazdaságtani) összefüggéseket különböző megfontolások alapján felvett matematikai modelleknek megfelelően statisztikai módszerekkel konkretizálja. Ez gyakorlatilag azok paramétereinek a rendelkezésre álló megfigyelési adatokból való számszerű meghatározását jelenti. Tehát a *statisztikai indukció* alkalmazását, amikor is tapasztalati megfigyelési adatokból történik következtetés, a matematikai statisztika, illetőleg a valószínűségszámítás módszereivel a gazdasági összefüggések konkrét alakjára. A gazdasági irányításnál éppen erre van szükség. Ez a statisztikai indukció viszonylag egyszerű módszerekkel történhet, ha csak egyetlen regressziós egyenletről és kevés változóról van szó. Sokkal bonyolultabb módszerekre kényszerül már, ha a modell sok változót tartalmaz és több regressziós egyenletről áll. Ilyenkor a változók közötti ún. autoregresszió (idősoroknál) a multikollinearitás különösen pedig az ún. *identifikáció* problémája erősen bonyolulttá teheti a számításokat. Multikollinearitás a „független” változók közötti kapcsolatot jelenti. Ilyen esetekben az ún. korrelációs mátrix, illetőleg elemei hasznos segítséget nyújtanak. Identifikáció a paraméterek számíthatósága matematikai előfeltételeinek teljesülését jelenti. Nevezetesen, ha biztosítva van, hogy adott egyenlet paramétere (ún. struktu-

<sup>9</sup> *Tintner, G.*: Observations in economics: some thoughts about the state of econometrics. 1965. Los Angeles.

<sup>10</sup> *Adam, A.*: Messen und Regeln in der Betriebswirtschaft 1959. Würzburg.

<sup>11</sup> *Lange, O.*: Wstęp do ekonometrii, magyar nyelvű fordítás (KSH és az MTA Közgazdaságtudományi Intézete könyvtárainak kiadásában (1961). Ford.: *Szepesi László* (Orosz nyelvű kiadása 1964-ben jelent meg Moszkvában, az angol nyelvű még 1959-ben, Londonban.)

<sup>12</sup> *Timbergen J.*: (*Mátyás Antal* bevezetőjével) Ökonometria (Magyar nyelvű kiadás), 1958. Budapest (Fordította: *Szokolczai György*), lásd még *Kádás K.*: Az ökonometriai kutatás célkitűzései és módszerei. (Közp. Szemle 1957. 5. sz.) továbbá a régebbi hazai irodalomban *Theiss E.*: Az ökonometria főbb szempontjai és problémái. 1937. Budapest.



rális paramétereit) a redukált egyenletek (a modell endogén változói szerint megoldott egyenletek) paramétereiből egyértelműen kiszámíthatók.<sup>13</sup>

A gazdasági törvények, esetünkben a közlekedésgazdasági törvények matematikai modellek formájában való megfogalmazását főképpen az ún. *matematikai gazdaságtan* tekinti feladatának.<sup>14</sup> Az ún. *ökonometriai elmélet* pedig azoknak a statisztikai módszereknek a kidolgozásával foglalkozik, amelyekkel e modellek, illetőleg gazdaságmatematikai tételek számszerűleg konkretizálhatók.<sup>15</sup>

Kissé részletesebb fogalmazásban — már az újabb fejlődésnek megfelelően — az *ökonometria meghatározása* a következő lehetne: A politikai gazdaságtani, általában gazdaságtani (természetesen ágazati, sőt üzemgazdaságtani, esetünkben közlekedésgazdaságtani) általános törvények, meghatározott — a vizsgált jelenségek (pl. a közlekedésfejlődés folyamata) gazdasági (esetünkben közlekedésgazdasági), lényegszemléletének megfelelő — matematikai modell szerinti kvantitatív konkretizálásai,<sup>16</sup> majd e konkretizált modellek igazolása (verifikálása), illetőleg valóságtartalmuk ellenőrzése. Az összefüggéseknek mind a kvantitatív konkretizálása (jórészt statisztikai regressziós elemzéssel és regressziós egyenletek formájában), mind a kvantifikált modellek formális verifikálása statisztikai, illetőleg matematikai statisztikai, sőt egyre fejlettebb matematikai módszerekkel történik.<sup>17</sup> Mind e módszereknek a gazdasági adatokra való alkalmazása maga az *empirikus ökonometria*.

Az ökonometria s így a közlekedési ökonometria fegyvertárában tehát a gazdaságtan (esetünkben a közlekedésgazdaságtan), a statisztika (esetünkben súlypontilag a közlekedéssziszteztika) és a matematika módszerei szinte egybe kapcsolódva nyerne alkalmazást. Jól szemléltethető ez a következő sematikus ábrán (1. sz. ábra),<sup>18</sup> amely egyúttal a *matematikai gazdaságtan*, a *matematikai sziszteztika* és a *gazdaságsziszteztika* helyét az ökonometriai vizsgálatokban szintén megvilágítja. Mint az ábra is érzékelteti, s mint ezt az eddigi eredmények világosan mutatják, az ökonometria még inkább a fejlődése, a legkorszerűbb statisztikai módszerek nélkül ma már el sem képzelhető.<sup>19</sup>

A *gazdaságtan* esetünkben a közlekedésgazdaságtani megalapozás, mégpedig a vizsgálatokhoz szükséges elméleti absztrakció, alapvető szerepet játszik a matematikai módszerekkel vizsgálandó összefüggések és jelenségek lényeges vonásainak a megállapításánál. Hangsúlyozni kívánom, hogy ezek gondos szem előtt tartásával lehet csak alkalmasan megfogalmazni a lényeges sajátosságokat kvantitatíve tükröző s kezdetben egyszerű, majd — a figyelmen kívül hagyott vonatkozások mind nagyobb részének a beépítésével — egyre bonyolultabb (a valóság ui. rendszerint még bonyolultabb-) matematikai modellek típusát. A vizsgált összefüggésre vagy jelenségre, illetőleg konkrét jelentkezésére vonatkozó mértékadó *stiszteztikai megfigyelési adatok*, mint

<sup>13</sup> Theiss E.: Makroökonómiai modellek sziszteztikai problémái. (Stiszteztikai Szemle, 1965. 4. sz.) lásd még: Valavanis, S.: Econometrics. 1959. New York.

<sup>14</sup> Allen, R. G. D.: Mathematical Economics. 1957. London.

<sup>15</sup> Goldberger, A. A.: Econometric Theory. 1964. New York.

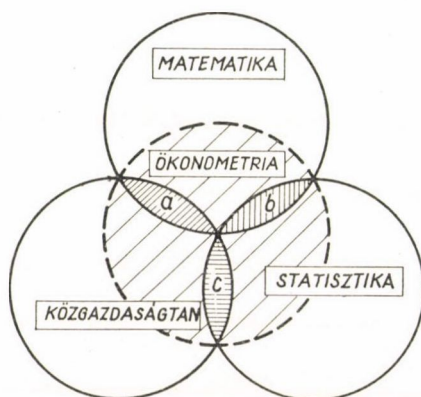
<sup>16</sup> Lásd pl. Kádas K.: Matematikai modellek a közlekedési teljesítmények perspektív alakulásának sziszteztikai vizsgálatára. (MTA Építés- Közlekedéstudományi Közlemények, 1961. 3. sz.)

<sup>17</sup> Lásd e módszerekkel kapcsolatosan a magyar irodalomban Krekó—Pármiczky—Pintér—Theiss: Korreláció és trendszámítás. 1958. Budapest.

<sup>18</sup> Menges, G.: Ökonometrie. 1961. Wiesbaden.

<sup>19</sup> Malinvaud, E.: Méthodes statistiques de l'économétrie. 1964. Paris.

tényadatok, felhasználásával lehet ezután megállapítani a matematikai modell paramétereinek számszerű nagyságát, mégpedig a *matematikai statisztika* ismert fejlett és elvileg úgyszólván tetszőlegesen változtatható hibahatárokkal dolgozó esztimáló módszereivel. Már maguknak az adatoknak az összegyűjtése sajátos statisztikai információszerzési módszereket kíván.<sup>20</sup> Ezek általános típusa ma már a tudományos módszerekkel megalapozott *representatív statisztikai megfigyelés*, illetőleg *representatív statisztikai információszerzés*,<sup>21</sup> amely a közlekedésben, különösen a forgalomszámlálásoknál már régebben



*a* = matematikai gazdaságtan  
*b* = matematikai statisztika  
*c* = gazdaság statisztika

1. ábra

is ismert volt. Ez a reprezentatív adatfelvétel kell, hogy fokozatosan kiszorítsa a gyakorlatban igen elterjedt „részleges” adatfelvételt, amelynek információtartalma általában messze nem ér fel a reprezentatív megfigyelésével. A reprezentatív adatfelvétel szigorú valószínűségelméleti szabályait a gyakorlatban sajnos sokszor még a műszaki méréseknél sem tartják be. Az információszerzés helyes módszereinek a terjedése érdekében a tudományok, sőt éppen az alkalmazott tudományok jelentős területén — a kutatók körében — még nem kis szemléletbeni változásra van szükség. Sajnos a gazdaságmatematikai módszerek alkalmazásának eredményességét is gyakran beárnyékolja a felhasználásra rendelkezésre álló adatok csökkent mértékű alkalmassága és megbízhatósága.

E kérdés jelentőségét csak még aláhúzza az a körülmény, hogy a megfigyelési adatok, az elsődleges információk, képezik az alapot a további másodlagos információk kidolgozásához. Nevezetesen e tényadatokban úgyszólván rejtve levő igen fontos összefüggések feltárásához. A statisztikai *regresszió*

<sup>20</sup> *Morgenstern, I.*: On the Accuracy of Economic Observations, 1965. Princeton.

<sup>21</sup> Lásd magyar nyelven *Kádas K.*: A statisztikai indukeió alkalmazása természetmennyek becslésénél, 1948. KSH kiadása, továbbá *Párniczky—Csepínszky*: Reprezentatív megfigyelés a gazdasági statisztikában. 1956. Budapest, lásd még *Kádas K.*: Matematikai statisztika közúti forgalomtechnikai alkalmazásai (ÉKME Mérnöki Kar jegyzete), 1965.



*analízis* szolgál általában e célra, természetesen a matematikai gazdaságtan elmélet iránymutatásainak megfelelően.

Ugyancsak a matematikai statisztika módszereivel (mégpedig a különböző tesztekkel) végezhető el a konkretizált összefüggések verifikálása, tehát a matematikai modellre vonatkozó feltevés (hipotézis) valóságtartalmának az ellenőrzése. Ez már egyébként az említett paraméterek kiszámított értékeinek megállapított valószínű hibáiban is kifejezésre jut. A statisztika igen helyes állandó törekvése, hogy minden számszerű megállapításának az ugyancsak számszerű valószínű hibáját megadja.

Tekintve, hogy a cél a valóság, esetünkben a közlekedésgazdasági folyamatok lényeges vonásainak természetesen minél kisebb torzítással való tükröztetése a konkrét modellek útján, ezért legtöbbször — a vizsgált valóság ismert természetéből következően (ui. igen sok tényező hatása érvényesül) — *sztochasztikus összefüggések* vizsgálatáról, és *sztochasztikus modellek* alkalmazásáról van szó.<sup>22</sup> Sőt a gazdasági jelenségek alapvető természetéből kifolyólag legtöbbször *dinamikus-sztochasztikus modellek kialakítására van szükség*, ami lényegesen bonyolítja a vizsgálatokat. Hiszen a gazdasági folyamatok hasonlóképp a közlekedésgazdasági folyamatok jó része ún. *sztochasztikus folyamat*.

A kezelt változók, összefüggések és folyamatok sztochasztikus jellege a kutatásoknál és az alkalmazásoknál megkívánja, hogy az eluralkodó átlagszámokbani szemléletet legalábbis kiegészítse a változók eloszlásokbani szemlélete. Az ún. sorállási elmélet közlekedési alkalmazásai, pl. a vertikális közlekedési kooperációnál, a rakodásoknál stb. instruktív leckét szolgáltatnak e tekintetben.

A sztochasztikus jelleg mellett a valósághű szemlélet biztosítása érdekében természetesen az „idő” tényezőjét, illetőleg az idő dimenzióját is messzeemenően figyelembe kell venni. Ilyen folyamatok matematikai tárgyalásának megfelelő teljesítőképességű módszerei tulajdonképpen még csak most vannak igazán kifejlődőben.

*Hacsaturov, T. Sz.* szovjet akadémikus még 1946-ban Moszkvában megjelent megalapozó közlekedésgazdaságtani munkájában, az „Osztovni ekonomiki zseleznodorozsnovo transzporta”-ban, az idő tényezőjének figyelembevételére a beruházási hatékonysági vizsgálatokban, igen előremutató kezdeményezést tett.<sup>23</sup>

Az elméletileg, a lényeges vonások kidomborítása végett, erősen absztrahált gazdasági, illetőleg közlekedésgazdasági összefüggések említett fokozatos kvantitatív konkretizálásával mind jobban elérhető az összefüggések és jelenségek tényleges érvényesülésének — a lényeges vonásoknak megfelelő — mind hűebb kvantitatív leképezése, ami jelentős mértékben megalapozhatja és elősegítheti azok eredményes figyelembevételét a gazdasági tervmunkában, illetőleg a gazdasági irányításnál.<sup>24</sup> Lehetővé teszi ui. a gazdasági magatartá-

<sup>22</sup> Lásd e sztochasztikus fogalmakkal kapcsolatosan a magyar irodalomban *Rényi Alfréd*: Valószínűségszámítás. 1954. Budapest, *Prékopa András*: Valószínűségelmélet műszaki alkalmazásokkal 1962. Budapest.

<sup>23</sup> Hatékonyságelemzési modelljének első ismertetését lásd *Kádas K.*: Gyakorlati módszer a vasúti szállítási technika gazdasági tervezésére. (Magyar Közlekedés, Mély- és Vízépítés, 1949. 10. sz.) lásd még: Új típusú járművek gazdaságos élettartama. (Magyar Közlekedés Mély- és Vízépítés, 1950. 5. sz.)

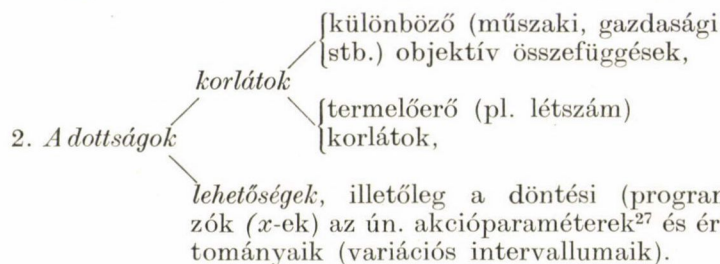
<sup>24</sup> *Nemesinov, V. Sz.*: A matematika alkalmazása a közgazdasági kutatásokban (*Lurje* professzor értékes közlekedési vizsgálódásaival), Magyar fordítás 1962. (Fordította: *Rácz Jenő*) Budapest, lásd még: On political economy and econometrics. 1964. Warszawa.

sok és döntések várható következményeinek, illetőleg hatásainak bizonyos *pontossággal és megbízhatósággal* való felmérését. Így pl. meghatározott tarifa-színvonal csökkentésével együttjáró szállítási vagy utazási „kereslet” növekedését.<sup>25</sup> Ezzel lehetővé válik megbízható előrejelzések (prognózisok) készítése szintén. Ennek biztosítása a reális és sikeres tervezésnek szinte az előfeltétele.

Nyilvánvaló, hogy az ökonometriának, s így a *közlekedési ökonometriá-nak* is, a gazdaságelmélet és a statisztikai információs módszerek, valamint a matematikai statisztikai módszerek fejlődésével mind több lehetősége nyílik a mind bonyolultabb, nem egyszer erősen rejtett, gazdasági összefüggések konkretizálására és ezzel a valóság egyre szorosabb nyomon követésére. A gazdasági irányításnak a tervezésnek, egyáltalában az ún. gazdasági mechanizmusnak ezzel mind eredményesebb módszerei fejlődhetnek ki.<sup>26</sup> A gazdaság-irányítás módszereinek tudományos megalapozásánál így az ökonometria eredményeire sajátos fontos szerep vár.

A gazdasági irányítás, amely voltaképpen sorozatos döntésekből áll, alkalmas — lehetőleg optimális — gazdasági tevékenységi programok kidolgozását kívánja meg, amelyek a döntéseit és így terveit megalapozzák. A gazdasági programozás egyszerűsített logikai felépítése általában a következőképp vázolható fel:

1. *Elérendő célok* (matematikai jelölésük:  $Z$ ) pl. adott termelési volumennél minél kisebb összköltség, adott kapacitások esetén minél nagyobb nettó hozam és így tovább.



A korlátok között szereplő objektív összefüggések (pl. termelési függvények) jórésze éppen statisztikai regressziós elemzésekkel, tehát ökonometriai módszerekkel konkretizálhatók.

3. Az elérendő cél ( $Z$ ) kifejezése az akcióparaméterek ( $x$ -ek) függvényében, az ún. *célfüggvény*, illetőleg *hatékonysági függvény*, mint matematikai modell szintén ökonometriai kimunkálás eredménye. Általános alakja

$$Z = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

A célfüggvény nyilván igen sokszor sztochasztikus dinamikai modell.

<sup>25</sup> Kádas K.: Die mathematische Begründung der Transporttarifermässigungen zur Erhöhung der Verkehrsrentabilität. (Colloquium on the Application of Mathematics to Economics), 1963. Budapest.

<sup>26</sup> Kádas K.: Közlekedésgazdaságtan II. (ÉKME Közl. Mérnöki Kar jegyzete) 1965.

<sup>27</sup> Schneider, E.: Einführung in die Wirtschaftstheorie II. 1960. Tübingen.



4. A „Z” célfüggvény, mint progamozási matematikai modell szélső értékének, illetőleg az ehhez tartozó  $x$ -változóértékek megállapítása a 2.-ben feltüntetett korlátok, mint feltételek figyelembevételével.

Nyilvánvaló, hogy alapjában véve *feltételes szélső érték problémáról* van szó. A megoldás algoritmus a megfelelő matematikai követelmények teljesülése esetén az ismert *Lagrange-féle* módszerrel, az indefinitiszorzók (multiplikátorok) segítségével, általában könnyen kidolgozható.<sup>28</sup>

A megoldás megfelelő matematikai feltételek esetén történhet marginális progamozással. Amennyiben a megoldásnál differenciálási nehézségek vannak, jó szolgálatokat tesz, feltéve, hogy lineáris a probléma, a lineáris progamozás. Ma már rendelkezésre állanak nem lineáris progamozási módszerek is.

A gazdasági progamozás számos fontos közlekedésgazdasági feladat optimális megoldását segítheti elő. Így mindenekelőtt a szállítások optimális lebonyolítását. Egyes közlekedésüzemi feladatok (pl. üres kocsik elosztás, mozdonyvezénylés, forgalmi telepek helykijelölése, járműselejtezés, alkatrész készletezés, műszaki fejlesztés, stb.) optimális megoldását.

A vázolt progamozási eljárással, megfelelő ökonometriai megalapozás mellett számos gazdasági feladat lehetőlegkedvezőbb (optimális) megoldása is nagymértékben elősegíthető. Az *operációkutatás* voltaképpen ilyen optimális feladatmegoldások konkrét módszeres kidolgozásával foglalkozik s mint ilyen, szoros kapcsolatban van a gazdasági hatékonysági elemzéssel.<sup>29</sup>

Egyébként feladataiból kifolyólag az operációkutatást végző szakember kb. úgy viszonylik a gazdasági teoretikushoz, mint a mérnök az elméleti fizikushoz.

A matematikai progamozás természetesen mindig csak a matematikai modellt, a célfüggvény szélső értékproblémáját oldja meg. Egyúttal magát a valóságos megoldandó problémát is, ha a modell és korlátai (amelyeknek alakja lehet egyenlet-, illetőleg egyenlőtlenségrendszer is) a valóságos adottságokat hűen tükrözik. Következik ebből, hogy a realizisztikus modell kialakításán van általában a legnagyobb hangsúly. Emellett természetesen a felhasználásra kerülő adatoknak is megbízhatóknak kell lenniük. Amennyiben mindez előfeltételek nem teljesülnek, maga a progamozás könnyen csak látványos matematikai műveletekké válhat.<sup>30</sup> Ez esetben hiába állanak rendelkezésre kitűnő statisztikai és matematikai módszerek és a legkorszerűbb számítógépek, az eredmények messze el fognak maradni a jogos várakozásoktól.

Sikeresen alkalmazták egyes feladatok megoldására az ökonometriát már a kapitalista monopóliumok. De maga az intervenciósz gazdaságpolitikát folytató kapitalista állam is eredményesen alkalmazhatja. Újabbban itt-ott már alkalmazza is. Még inkább van lehetőség az ökonometria módszereinek és

<sup>28</sup> Lásd *Lange, O.*: Politikai gazdaságtan. (Magyar nyelvű kiadás) 1965. (Fordították: *Nemény Vilmos* és *Erdő Mátyas*) Budapest, továbbá: *Optimalne decyrje*. 1964. Warszawa. (Magyar kiadás sajtó alatt; Fordító: *Andorka Rudolf*), lásd még *Samuelson, P. A.*: *Foundations of Economic Analysis*. 1958. Cambridge.

<sup>29</sup> *Baumol, W. J.*: *Economic Theory and Operations Analysis*. 1961. Prentice-Hall. Lásd még: *Massé, P.*: *Le choix des investissements*. 1959. Paris.

<sup>30</sup> *Keynes, J. M.*: *A foglalkoztatás, a kamat és a pénz általános elmélete*. (Magyar fordítás) 1965. (Fordította: *Erdős Péter*) Budapest, lásd még *Kádas K.*: *A közlekedés és az építőipar döntési algoritmusainak gazdasági problematikája* (MTA Építés- és Közlekedéstudományi Közlemények, 1964. 3–4. sz.)



eredményeinek a felhasználására a *szocialista tervgazdaságban*, sőt éppen itt van igazán erre bőséges lehetőség. Éppen az optimális tervek és gazdasági tevékenységi programok kidolgozása során. Egyrészt arra szolgálhatnak e módszerek, hogy a figyelembe veendő összefüggéseket minél tüzetesebben fel lehessen tárni, másrészt pedig arra, hogy ezen és más objektív adottságok számbavételével a realiztikus optimális tervmegoldás, illetőleg program — mégpedig a modern számítógépek segítségével gyorsan — kidolgozható legyen.<sup>31</sup> Az már csak metodikai fejlődési fokozat kérdése, hogy a tervezés, illetőleg programozás éppen mert dinamikus modellekről van szó, a nem is olyan egyszerű és a megfelelő visszacsatolásokat alkalmazó dinamikus programozás formájában történjen.<sup>32</sup> Mindennek során szinte szükségszerűen a kibernetika módszerei<sup>33</sup> is egyre szélesebbkörű alkalmazást nyernek.

Nyilvánvaló, hogy az ökonometria, illetőleg a gazdasági programozás módszereinek segítségével hatásosan csökkenthető az a veszteség, amely előáll mindig, ha a gazdasági tevékenység nem a lehető optimális. E veszteség (V) nem más mint az optimális megoldásoknak megfelelő eredmények (Eredm.<sub>opt.</sub>) és a nem optimális megoldásoknak megfelelő eredmények (Eredm.<sub>n.opt.</sub>) különbsége. Vagyis

$$V = \text{Eredm.}_{\text{opt.}} - \text{Eredm.}_{\text{n.opt.}}$$

Ez a veszteség adott esetekben tetemes lehet, ami azután a társadalmi-gazdasági fejlődést jelentősen lassíthatja.

Ma már a *makroökonometria* mellett erősen kifejlődött a *mikroökonometria* módszertana is. Sőt a fejlődés e tekintetben kevesebb módszertani nehézségekbe ütközik. A kapitalista gazdaságban a monopol piaci formációk, egyáltalában a nagyvállalatok és üzemek ún. tudományos vezetése kívánta ezt meg. A múlt század 30-as éveiben erre még *Cournot, A.* francia matematikus kidolgozta az első elvi matematikai modellt,<sup>34</sup> amelyet azóta jelentősen továbbfejlesztettek. A marginális programozás egyik fontos kiinduló pontja lett e kezdeményezés.<sup>35</sup>

A szocialista gazdaságban a gazdaságirányítás folyamatban levő bizonyos mértékű decentralizálása veti fel a mikroökonometria eredményeinek az alkalmazását szinte hangsúlyozottan. A közlekedés nagyüzemeinél e tekintetben máris figyelemre méltó kezdeményezésekkel találkoztam, s néhányat saját magam indítottam el. Egyeseket éppen az MTA Közlekedéstudományi Munkaközössége támogatásával az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Közlekedésgazdasági Tanszékén folyó kutatások keretében.

<sup>31</sup> *Beckmann, M. — Mc. Guire, C. B. — Winsten, CH. B.*: Studies in the Economics of Transportation. 1957. New Haven.

<sup>32</sup> *Förstner, K. és Henn, R.*: Dynamische Produktionstheorie und Lineare Programmierung. 1957. Meisenheim, lásd még: *Bellman: R.* Dynamic Programming. 1957. Princeton, továbbá *Hadley, G.*: Nonlinear and Dynamic Programming. 1964. Reading.

<sup>33</sup> *Turányi István és Westsik György*: Bevezetés a közlekedési kibernetikába. (ÉKME Közl. Mérnöki Kar, jegyzete, 1965).

<sup>34</sup> *Cournot, A.*: Recherches sur le principes mathématiques de la theorie des richesses. 1838. Paris. Hasonló matematikai módszereket javasolt gazdasági kérdések megoldására félévszázaddal később *Launhardt, W.*: Mathematische Begründung der Volkswirtschaftslehre (1885, Leipzig) c. könyvében.

<sup>35</sup> *Kuhn, T. E.*: The Economics of road transport. 1957. Montreal.



A dolog természetéből következik, hogy a mikro- és makroökonomiai modellek és paramétereik egymást feltételezik.<sup>36</sup> Hiszen a részek a nagy egész komponensei, Lange egyik alapvető népgazdasági szervezéstudományi, illetőleg népgazdaságkibernetikai munkáját<sup>37</sup> e fontos kérdések szinte egyedülálló tudományos vizsgálatának szenteli. Így lesz a tágabb értelemben vett ökonometria — Lange szavaival kifejezve — „a szocialista gazdaság helyes tervezésének és irányításának szükséges eszköze”. Esetünkben a közlekedésgazdaság helyes tervezésének és irányításának az eszköze. Természetszerűleg az adott módszerek alkalmazási korlátai között.

Az ökonometria, mégpedig, ha szabad úgy kifejeznem a *szocialista ökonometria* célkitűzéseit Lange világosan megfogalmazta azzal, hogy azokat a politikai gazdaságtani általános összefüggések adott fejlődési időszak viszonyai, elsősorban a *racionális gazdálkodás* viszonyai közötti mennyiségi, illetőleg statisztikai konkrétizálásaiban jelölte meg, hozzáértve e kvantitatív konkretizálások matematikai statisztikai verifikálását is. Külön aláhúzta az ökonometria, illetőleg gazdaságmatematikai módszerek felhasználásának jelentőségét a racionális gazdálkodás hatékonysági (efficiencia) színvonalának az emelésében. E tekintetben tisztán látta az *operációkutatás*, a *programozás és a gazdasági kibernetika* fontos szerepét éppen a szocialista gazdaság irányítási problémáinak a sikeres megoldása szempontjából. Ez egyértelmű felismerésekkel magyarázható Lange nagy hatása saját hazájában és a szocialista országokban. Langét emellett más országokban is a világ legjobb közgazdái közé sorolják.

Jórészt az ő munkássága nyomán kezdődött meg mintegy 10 évvel ez előtt a szocialista országokban a gazdaságmatematika, illetőleg ökonometria módszereinek az intenzívebb tanulmányozása, majd szocialista tervgazdasági így a közlekedésgazdasági feladatok megoldásának elősegítésére való kiterjedtebb alkalmazása. Nagy lendületet adott e fejlődési irányzatnak és a körülmény, hogy a lineáris programozási módszereket már kezdetben szinte átütő sikerrel alkalmazták a közlekedésben a „szállítási probléma” majd ennek példája nyomán egyéb fontos üzemi feladatok megoldására.<sup>38</sup> A módszerek sikeresen alkalmazhatók ezek operatív megoldására éppen az elektronikus számítógépek segítségével.<sup>39</sup> Azok a közlekedésgazdasági feladatok, amelyek minél kedvezőbb, minél eredményesebb megoldását a gazdaságirányítás megkívánja, s amelyek optimális megoldásánál a közlekedési ökonometria sokat segíthet általában a következő fő feladatok köré csoportosíthatók:

1. a meglévő közlekedési apparátus és berendezések optimális üzemeltetése (jórészt operatív jellegű feladatok), mégpedig olyan módon, hogy megvalósuljon a társadalmi-gazdasági újratermelési folyamat közlekedési szükségleteinek optimális kielégítése;
2. a minél hatékonyabb (az optimális) közlekedésgazdasági szerkezet (struktúra) tehát optimális (ágazati és üzemi) munkamegosztási és szervezeti

<sup>36</sup> Kornai János: A gazdasági szerkezet matematikai tervezése. 1965. Budapest.

<sup>37</sup> Lange, O.: Calosc i rozwój w swiete cybernetiki, Warszawa, 1962.

<sup>38</sup> Dantzig, G. B.: Application of the Simplex Method to a Transportation Problem, Koopmans, T. C.—Reiter, S.: A Model of Transportation (Activity Analysis of Production and Allocation) New York. 1951.

<sup>39</sup> Jándy Géza: A szállítástervezés elemző módszerei. 1960. Budapest (KPM kiadása).



arányok kialakítása (jórészt perspektív természetű, fokozatos fejlesztéssel elérhető feladatok);

3. optimális átmenet a mindenkori 1-ből a 2-állapotba, amely a dinamikus programozás szabályainak megfelelően alkalmazott tervezési visszacsatolások folytán, gyakran a technikai fejlődés hatására, időről időre változhat, illetőleg helyesbítést nyerhet. Ide tartozik a feladatok optimális ütemezése szintén.

Az 1. csoportba tartozó tipikus feladat pl. a szállítások, az üzemvitel programozása, csúcsforgalmi várakozó sorok optimális csökkentése. A 2. csoportba tartozó állandó feladat a távlati közlekedés fejlesztési terv (jórészt műszaki fejlesztési terv) kidolgozása és időről időre a figyelembe vett, „adottságok” várható változásainak megfelelő helyesbítése, különös tekintettel az optimális ágazati és üzemi szerkezeti arányok biztosítására. — A 3. kategóriába tartozó típusfeladatok, többek között, a 2-ben rögzített céloknak megfelelően berendezés és szervezet folyamatos korszerűsítése, a technikai-gazdasági avulás kívánta berendezéscserék és fejlesztések megvalósítása, a 2-be beilleszkedő kapacitás változások optimális eszközlése stb. Valamennyi feladatra természetesen az optimális ütemezés kidolgozása.<sup>40</sup>

Minél inkább sikerül a felsorolt és kapcsolódó más feladatok lehető leg-hatékonyabb (optimális) megoldása, annál messzebbmenően realizálhatóvá válnak az adottságokban levő lehetőségek és annál kisebb színvonalra szoríthatók le a lehetőségek (amelyekkel a szocialista tervgazdaság bőségesen rendelkezik), csökkent mértékű kiaknázásából eredő veszteségek és annál gyorsabb lehet ennek megfelelően, a társadalmi-gazdasági fejlődés is. Az említett lehetőségek minél messzebbmenő kihasználásának az elősegítésében a közlekedési ökonometria már az eddigi tapasztalatok alapján is fontos szerepet tölthet be.

<sup>40</sup> Számos, a felsoroltakhoz hasonló ökonometriai problémát tárgyalt az ÉKME 1961-ben rendezett nemzetközi Közlekedéstudományi Kollokviuma. (ÉKME Tudományos Közleményei. 1963. IX. köt. 2. sz.), valamint a Közlekedéstudományi Egyesület 1959-ben és 1964-ben rendezett nemzetközi kibernetikai konferenciája. (Kibernetikai módszerek alkalmazása a közlekedésben és a közlekedésepítésben, 1959; Kibernetika a közlekedésben és építőiparban II. konferencia, 1964.) Sok értékes közlekedésökonometriai anyag található továbbá az OMFb közlekedésfejlesztési bizottságainak jelentéseiben és az ÉKME Tudományos Közleményeiben, valamint a Közlekedéstudományi Szemlében közölt ilyen tárgyú tanulmányokban szintén. Ezekon kívül a Mérnöki Továbbképző Intézet is több olyan előadásának (pl. *Fekete András*: kibernetika, mint a modern vasúti üzemvezetés eszköze, 1965.) szövegét tette közzé, amelyek témái jelentős részben közlekedési ökonometria körébe sorolhatók. — Ugyancsak sok értékes közlekedésökonometriai vonatkozású anyagot tartalmaznak a KPM kutató intézeteinek (Vasúti Tudományos Kutató Intézet, Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet és az Ütügyi Kutató Intézet) évkönyvei és más kiadványai is.