

AZ OPERÁCIÓKUTATÁS HAZAI HELYZETE AZ ÉPÍTÉSBEN, A KÖZLEKEDÉSBEN ÉS A TERÜLETI TERVEZÉSBEN*

SEBESTYÉN GYULA

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK DOKTORA

ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI INTÉZET

[Beérkezett 1968. március 26-án]

I. Bevezetés

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának felkérése alapján Szakértőbizottság foglalkozott az operációkutatásnak az építésben, a közlekedésben és a területi tervezésben fennálló helyzetképeinek a kidolgozásával.

A Szakértőbizottság felmérte az érintett ágazatokban az operációkutatás, vagyis a döntés-elméleti kutatások jelenlegi állapotát és az előttünk álló távlatokat.

A közlekedés területén a vizsgálat kiterjedt a közlekedési kibernetikára is. Az építőipar és a területi tervezés területén az operációkutatásnak a szerepét és helyzetét zártabban lehetett vizsgálni. Mivel mindkét diszciplína fontos a téma szempontjából, ezért szükséges a fogalomkörük előzetes elhatárolása.

Az operációkutatás a döntések matematikai megalapozásának az elméletével és gyakorlatával foglalkozik. Célkitűzése, hogy a vezetés számára a tervezés, a szervezés és az operatív irányítás területén a bonyolult döntések meghozatalához a leghatékonyabb műveletek megszervezésére és vezérlésére vonatkozóan állásfoglalást megalapozó adatokat és javaslatokat adjon.

A kibernetika az információs struktúrákkal és rendszerekkel foglalkozó tudomány. Az Akadémia által elfogadott definíció szerint a kibernetika a vezérlésnek és a szabályozásnak, továbbá az információk ezzel kapcsolatos gyűjtésének, továbbításának, tárolásának, feldolgozásának olyan általános törvényeit kutatja, amelyek a vezérelt vagy szabályozott anyagi rendszer legkülönbözőbb mozgásformája esetén, a mozgásforma specifikus mozgástörvényeivel együttes hatásban érvényesülnek.

Az építőipar és a közlekedés területén belül elsősorban nem az operációkutatás általános módszereinek és elméletének a továbbfejlesztése a cél, hanem a meglevő általános operációkutatási eljárások alkalmazása, az itt jelentkező problémák modellezése, a gyakorlat számára megfelelő ismert algoritmusok felhasználása, illetve ezek hiányában speciális algoritmusok kifejlesztése.

* Jelen tanulmány az Építési és Közlekedési Operációkutatás Szakértőbizottsága 1967. évi helyzetfelmérése alapján készült TURÁNYI ISTVÁN, SZABÓ JÁNOS és JÁNDY GÉZA a műszaki tudományok doktorai, GERLE GYÖRGY, KÁDAS KÁLMÁN, KUNSZT GYÖRGY a műszaki tudományok kandidátusai, továbbá NÉMETH LÓRÁND és WESTSIK GYÖRGY részvételével.

Számunkra a kibernetikának nem az általános elméletei a döntőek, hanem az építőipar és a közlekedés információs rendszerének korszerűsítése, fejlesztése során kívánjuk az általános kibernetika ismereteit felhasználni.

Lényeges az építőiparban és a közlekedésben, valamint ezek egyes gazdasági, üzemi, műszaki döntési folyamataiban annak *ciklusideje*. A nagyobb ciklusidővel jellemezhető folyamatok esetében a modellalkotás és a gépi információfeldolgozás a döntő. Ez a helyzet például a hosszútávú és középtávú tervezési folyamatok esetében. A rövidebb ciklusidejű folyamatok esetében azonban, — különösen, ha hálózaton történő anyag, ill. energiamozgás optimális irányítása szükséges — elengedhetlenné válik a gyors gépi információfeldolgozás és a távolsági információátvitel (pl. az építőiparban a házigyári elemekkel történő építési és gyártási folyamat komplex szabályozása, a közlekedésben pedig az operatív forgalomtervezés és forgalomirányítás).

2. Operációkutatás az építőiparban

Az ágazati tervezés tárgykörében operációkutatási módszerekkel végzett munkák folynak az építő- és építőanyagipari ágazati kapcsolatok mérlegét, valamint az építőipari és építőanyagipari középtávú tervezés céljára kidolgozott lineáris programozási modelleket illetően.

A vállalati szintű operációkutatás a fejlődésnek a kezdeti szakaszában csupán arra szorítkozott, hogy keresse bizonyos közismert és általános eljárások — mint pl. a lineáris programozás — alkalmazási területeit az építővállalatoknál. Az utóbbi években már az építőipari irányítás problémáinak megoldásához kutatjuk a megfelelő módszereket. Jelenleg az operációkutatás építőiparban felhasználható kidolgozott módszerei a következőkre terjednek ki:

- A vállalatok működésének matematikai-logikai modellekben való leképzési módja;
- a szállításprogramozás;
- a készletgazdálkodás;
- a termelésprogramozás;
- a vállalat hosszabb távú összetevékenységeinek optimalizálása, dinamikus modellekben;
- az operációkutatási módszerek igényeit kielégítő információk nyerése, feldolgozása, közlése, tárolása.

Az építőipari operációkutatás tehát továbbfejleszti és alkalmazza a matematikai döntés-elmélet mindazon módszereit, amelyek:

- Az építővállalati működési modell tudományos kiépítéséhez,
- a döntések egzakt megalapozásához és
- a működés folyamatos szabályozásához nyújtanak segítséget.

A távolabbi cél olyan vállalati modell kidolgozása, amely a vállalatot lényegében önszabályozó kibernetikai rendszernek tekinti, és így kijelöli a döntési helyeket és a döntésekhez szükséges információfolyamatokat. Egy ilyen modellben a numerikus szimuláció segítségével elemezni lehet majd a paraméterek, a vállalati struktúra és a termelési eredmények közötti összefüggéseket.

Az operációkutatás *kutatásigazgatási* alkalmazásával az 1950-es évek végétől kezdtek foglalkozni a jól definiált célú komplex kutatási, fejlesztési programok átfutási időbecslése és az átfutási idő optimalizálása céljából. A kidolgozott hálótechnikai módszerek az operációkutatás legelterjedtebb eszközei a kutatáson kívüli területeken is. Egyéb kutatás-igazgatási problémakörökben már kevesebb eredmény van és ezért a kutatás-igazgatási és vezetési operációkutatás tematikájára vonatkozóan nem alakult ki elfogadottnak tekinthető álláspont. A megjelent publikációk legnagyobbbrészt a következő problémakörökkel foglalkoztak:

- a kutatási tématervek optimalizálása és időszakonkénti, folyamatos optimalizálásra törekvő korrekciója;
- hálótechnikai módszerek alkalmazása kutatások tervezése és irányítása céljára;
- erőforrások optimális hozzárendelése adott, heterogén célú témaegyüttesekhez;
- kutatási problémák megoldása szempontjából számbajövő kísérleti, vizsgálati technikák közötti optimális választás módszerei;
- a kutatási nyilvántartás és értékelés optimális módszerei.

Az építőipari tervezést és a vállalati irányítást szolgáló operációkutatás módszereivel legkoncentráltabban az Építésügyi Számítástechnikai és Ügyvitelgépesítési Vállalat (SZÁMGÉP) foglalkozik. Jelentős erővel foglalkozik a kérdéssel az Építésgazdasági és Szervezési Intézet (ÉGSZI) is.

Az építőipar sajátos operációkutatási módszereit tárgyaló publikációk száma rendkívül nagy. Túlnyomó többségük azonban intézeti tanulmány, nyilvános forgalomban nem kapható monográfia vagy folyóiratcikk. Emellett több építésgazdasági szakkönyvben található továbbá utalások operációkutatási módszerekre.

Közismert, hogy az *építőipar tervezési* módszereinek a korszerűsítési igénye másképpen jelentkezett a szocialista országokban, mint a tőkés államokban. Ez nemcsak az eltérő társadalmi gazdasági viszonyokból következik, hanem az építőipar sajátosságaiban megnyilvánuló különbségekből is.

A szocialista építőipar az operációkutatás meghonosodásával egyidejűleg kezdett foglalkozni a távlati tervezés matematikai módszereivel is. A kezdeti kísérletek a Leontief-féle input-output modell felhasználására irányultak. Több országban, — így hazánkban is — készültek kinagyított, kombinált ágazati kapcsolati mérlegek, amelyek az építőipar és építőanyagipar ágazatait

az országos táblázatnál jóval részletesebben tartalmazzák. Ezek a próbálgatások azonban megrekedtek, és csak az utóbbi években indult meg ismét az építőipari ágazati kapcsolatok mérlegének (ÁKM) újbóli kidolgozása. Elkészültek az építőipari és anyagipari ágazatok optimális termelési tervének modelljei is. Ezekről az ágazati összefüggéseket is tartalmazó modellekről első változatukban *lineáris programozási feladatokként* több kísérleti számítást végeztek. Csak koncepció alakult ki olyan kutatásra, amely a hosszútávú tervezésre vonatkozó sajátos módszereket keresi.

A szocialista országokban hasonló irányokban bontakozik ki a módszertani kutatás. A Szovjetunióban a jóval nagyobb méretek következtében az építőipar ágazati tervezésének sajátos vonásai vannak. Nagy azonban a hasonlóság mind a kérdésfelvetésben, mint a megoldások módjában a magyar, a lengyel, az NDK-beli és különösképpen a csehszlovák kutatásban. A csehszlovák ágazati operációkutatás alulról felépített, többszintes normatíva rendszerre kíván támaszkodni. Kísérletet tettek a hálótechnika ágazati szintű alkalmazására is. A szovjet kutatások jelentős iránya az ágazatilag szakosított, óriási kivitelező szervezetek (pl. erőműépítő, vagy hídépítő vállalatok, vagy lakóházépítő kombinátok) terveinek időbeli ütemezésével foglalkozik.

Az eddigi kutatások eredményei a legtöbb országban még csak első lépéseknek tekinthetők, de a kutatást mindenütt erőteljesen folytatják.

Az építőipari vállalatokra, ill. problémáikra az ipar igényeiből kinőtt operációkutatási módszerek, modellek és eljárások csak kismértékben alkalmazhatók. Építőipari sajátos módszerekről voltaképpen csak az ún. *hálótechnikai* eljárások megjelenése óta lehet beszélni.

A beruházásra orientált hálómodellekben a bonyolult tevékenységrendszer szabályozott elemzésmódja, ábrázolása, a kapcsolatok helyes feltárása nyomult előtérbe.

A kivitelező szervezetre orientált hálómodellekben többnyire már olyan szervezetek tevékenységének dinamikai ütemezéséről van szó, amelyek egyidőben több feladaton dolgoznak. A többhálós feladat-rendszerekben az erőforrások optimális elosztását oldják meg.

A gyakorlatban több eljárást használnak, nem kevés azoknak az eljárásoknak a száma, amelyek kidolgozása most van folyamatban. Ilyen pl. — RAMPS (Resource Allocation and Multiproject Scheduling), amelyet ma már többé-kevésbé túlhaladottnak tekintenek; — az RPSM (Resource Programming and Scheduling Method) amerikai eljárás; — a *Kalibrovska* elnevezésű szovjet eljárás, amelyet a kijevi intézetben dolgoztak ki; — a BYGG—ADB svéd eljárás, amely a költségvetések összeállításától — a munkák ütemezésén és menetközi szabályozásán keresztül — az utókalkulációig törekszik egységes, automatizált irányítási és információs rendszer kialakítására módszert nyújtani.

Külföldön a módszerek elterjedésének gyorsasága tanúsítja, hogy a CPM, a PERT, illetve belőlük továbbfejlesztett, összetettebb hálótechnikai eljárás-

rások hatékonyaknak bizonyulnak. Jelentős az építési időre gyakorolt rövidítő hatásuk, és bizonyos önköltségesökkenést is eredményeznek. Egy amerikai adat szerint a változatok alkalmazása az építési érték 0,4%-os ráfordítása árán a kivitelezőknél 3,85%, a beruházóknál 2,1%-os, összesen 5,55%-os megtakarításra vezettek.

Nálunk jelentős eredmény e téren az ún. ERALL-2 eljárás kidolgozása. Ez nagyobb építőipari vállalatok, főépítésvezetőségek munkáinak tetszés szerinti részletességgel, akár brigádmélységig menően és napokban való ütemezésére, ill. menetközi szabályozására alkalmas. Most dolgozzák ki az építőipari *vállalati programozás* részletes modelljét és algoritmusát is.

Az *építőipar ágazati tervezési módszerei* további fejlesztésében feltétlenül számolni kell az új gazdaságirányítási rendszer követelményeivel és az ezzel együttjáró szemléletváltozással is. A jövőben az ágazati szintű modellek főleg arra fognak szolgálni, hogy segítségükkel pl.

- a terv fő célkitűzéseinek a konzekvenciáit ellenőrizzék;
- javaslatokat és fő tervváltozatokat nyújtsanak az iparpolitika által ösztönzött ágazati fejlődés irányaira;
- ellenőrizzék a tervbe vett intézkedések hatásait.

Foglalkozni kell majd az *input-output modellek* dinamizálásával és ármodellkénti felhasználásával, a piaci kereslet és kínálat árrugalmasságának matematikai összefüggéseivel és általában a *piaci jelenségek mikroösszefüggéseinek* modellezésével, *szimulációjával* annak érdekében, hogy az építőipari piaci viszonyok belső összefüggéseit jobban megismerjük.

Az építővállalatok szintjén folyó operációkutatás irányai az utóbbi időben kezdenek kialakulni, azonban a külföldi eredményeket ezen a területen egyelőre kevésbé ismerjük.

Az építőipari operációkutatással két nemzetközi fórum is foglalkozik:

1. A KGST *Építőipari Állandó Bizottság* 1965-ben magyar titkársággal létre hozta az *Ideiglenes Számítástechnikai Munkacsoportot*. Ennek munkatervében szerepel az ilyen kutatások összehangolása, sőt munkamegosztásra támaszkodó közös végzése is.

2. A C. I. B. keretében működő *W-37 operációkutatási munkacsoport* az építővállalati irányítási technikák és a hálótechnikai módszerek tanulmányozására albizottságot állított fel, amelyben részt vesz a SZÁMGÉP képviselője. Mindkét fórumon a különböző országok kutatási célkitűzései a mi elképzeléseinkkel egyezést mutattak.

A jövőben

- az építőipari termelőfolyamatok specifikumait kifejező hálótechnikai modellek optimalására az *egzakt eljárások* keresése tovább folytatódik;
- a dinamikus problémák kezelésére továbbfejlődnek a *heurisztikus* eljárások és új egzakt eljárások alakulnak ki;

- fokozódó szerepet kapnak a különböző *szimulációs technikák*, amelyeknek a segítségével bizonyos döntések következményei (pl. házigyári gyártmánytípus megváltoztatása) előre lejátszhatók.

A szoros értelemben vett termelésprogramozás és irányítás kérdésein túl természetesen még egyéb igények is feltérülnek, pl:

- tömegkiszolgálási eljárások a *készletgazdálkodás* megjavítására;
- *a távlati vállalati tervezés* statikus vagy részben dinamizált modelljei;
- *TMK munkák* ütemezése és a *TMK* szervezet optimalizálása;
- az állóeszköz-pótlással kapcsolatos döntések optimalizálása.

3. Operációkutatás a közlekedésben

A közlekedésben az operációkutatás a szorosan vett *kibernetikai* eszközkhöz és módszerekhez kapcsolódva kerül alkalmazásra.

A közlekedési ágazathoz tartozó vállalatoknak az operációkutatás szempontjából releváns működési köre a *közlekedési üzemi* és a *gazdaságigazgatási (irányítási)* folyamatainak két nagy tartományába tartozik. Ezekben belül a legjelentősebbek a hosszú-, a közép- és a rövidtávú, illetve az operatív lebonyolítási célproblémák.

Az üzemi *hosszútávú tervezésben* a közlekedési vállalatok és a közlekedés egészének az optimális fejlesztését kell megtervezni. Ennek során elsősorban a közlekedési rendszerek, illetve folyamataik matematikai leképezése, modellezése és szimulálása az alapvető követelmény, és mivel kiterjedt, bonyolult rendszerről van szó, elektronikus számítógépek felhasználása nélkülözhetetlen. Bár tartalmilag eltérő, de a kibernetikai eszközök igénye szempontjából hasonló jellegű a *menetrendszerkesztés* is.

Az operatív tervezés munkafolyamatában a tervezési időközök jelentősen lerövidülnek, és ezért a közlekedési hálózati helyzetet is figyelembe kell venni. Az operációkutatáshoz ekkor a hálózati forgalom tényleges helyzetéről a szükséges adatokat nagyteljesítményű információ-felvevő és továbbító gépi rendszerek közvetítik az egész folyamatot szabályozó számítóközpontba.

Az operatív forgalomlebonyolítás alkalmával a periódusidők az egész közlekedési rendszerben a legkisebbek és a művelettípusok előfordulási számainak nagysága itt kezdettől fogva előnyben részesítette az automatikus rendszerek alkalmazását.

A gazdasági-igazgatási (irányítási) folyamatok operációkutatása, rendszerelemzése és rendszertervezése a közlekedési vállalatok szervezeti, eszköz-, költség- és hozamstruktúráit veszi vizsgálat alá.

Az operációkutatási módszerekkel kialakított modellre támaszkodó gépi programmal működtetett számítógép folyamatosan képes a közlekedési vállalatok anyagkészletének, beszerzésének szabályozására, anyagok elszámolá-

sára, megrendelési ajánlások összeállítására. Mindez természetesen ugyanígy vonatkozik az építő- és építőanyagiparra is.

Nemzetközi tekintetben sok országban foglalkoznak egyes közlekedés-kibernetikai problémák megoldásával. Ilyen munkát végző csoport a *Vasutak Nemzetközi Szövetségén* és az OSZZSD-én belül is működik. Az előbbi 1963 óta külön a témába vágó folyóiratot is ad ki.

A közúti közlekedéssel kapcsolatos operációkutatás témakörével már állandónak nevezhető nemzetközi konferencia sorozatot rendeznek meg.

A Magyar Államvasutaknak szintén van kibernetikai osztálya. Ezen túlmenően kibernetikai kutatások folynak a tudományos kutatóintézetekben, valamint vasúti, ill. közlekedési profilú közép- és felsőoktatási intézményekben is.

Hazai tekintetben a közlekedési kibernetikával elsőknek a Közlekedéstudományi Egyesületben és a BME közlekedésmérnöki karán kezdtek foglalkozni.

A mai helyzetet az jellemzi, hogy a közlekedési tárcához tartozó valamennyi kutatóintézetben, illetőleg az MM és MTA közlekedési jellegű tanszékein, ill. kutatócsoportjaiban egyre többen és többen foglalkoznak a témakörrel. Eredményeket elért kutatók számosan vannak, de mégsem állnak kellő számban rendelkezésre a szükséges munkálatok szempontjából nézve.

A Budapesti Műszaki Egyetem Közlekedésmérnöki Karán valamennyi szakon belül, 1970-ben pedig speciálisan ilyen tárgyú szakmérnöki kurzusok körében kerülnek a tárggyal kapcsolatos anyagok közreadásra. Emellett az egyéb tárgyakon belül is egyre több utalás történik a kibernetikai módszerekre. Mindemellett további fejlődés kívánatos a vonatkozó ismeretek terjesztésére. A külföldi és részben a hazai publikációk nagy része, különösen a vasúti közlekedésben, de más ágazatok területén is, újabban komplex egymásra hatásában mutatják be az operációkutatást, kibernetikát, a számítógéppel és adatátviteli hálózatokkal. A külföldi e tárgyban végbemenő, a hazainál lényegesen gyorsabb fejlődést az jellemzi, hogy alig van idő a speciális könyvek megjelentetésére, ezért a legérdekesebb anyagokat folyóiratokban elhelyezett több íves cikkekben hozzák.

A hazai irodalomban igen csekély mértékű a könyvszerű megjelenési forma. Nagyobb mértékben a kis példányszámú és ezért szűk körben hozzáférhető kutatási beszámolók a jellemzők. Újabban a folyóiratokban is egyre több közlemény jelenik meg a hazai eredményekről.

A közlekedésre vonatkozó hazai irodalom felsorolása rendkívül messzire vezetne s alig lehet arra vállalkozni, hogy valamely értékítéleti alapon elhatároljuk azt a kört, amelynek felsorolása elengedhetetlen. Ezért megemlítve, hogy a témakörbe vágó új módszerek és eszközök használatát nem lehet mesterségesen valamilyen területre korlátozni, a következőkben adjuk meg az érdeklődés középpontjában ma álló publikációk fő témaköreit:

- operációkutatási módszerekkel végzett, számítógépes szállítástervezés;
- műszaki létesítmények méretezése számítástechnikai módszerekkel, illetőleg ezek működés módjának optimalizálása operációkutatásokkal;
- az operációkutatási módszerekkel működő, automatizált forgalomirányító optimalizáló rendszerek folyamatszabályozó számítógépek használata mellett;
- általános igazgatás automatizálás;
- közlekedési vállalatok komplex információrendszerének elemzése, fejlesztése;
- út- és vasúttervezés számítástechnikai módszerekkel.

Az alkalmazásokat illetően figyelemre méltó a vasutak korszerűsítésével kapcsolatban a menetellenállások rendezőpályaudvarok tervezésekor történő megállapítására, valamint a vonalas létesítmények légi felvételek alapján való tervezésének elektronikus számítógépekkel történő megoldására vonatkozó kutatások. A *várható forgalom* legeredményesebb lebonyolításához elsősorban a szállítási önköltség alakulása kerül figyelembe vételre. A külföldi vasúti gyakorlat ezen a téren különféle számítási eljárásokat alakított ki.

Jelentősebb kibernetizált folyamatok a hálózaton szállítandó *tömegárúk* (nyersanyagok) *szállításának optimalizálása* lineáris programozási módszerekkel, a hatékony forgalomsűrűség megállapítása, vonalak átbocsátóképességének számítása.

A *menetrendtervezés* területén első lépésben a várható forgalmat tervezik meg. Ennek ismeretében számítástechnikai módszerekkel meghatározzák az optimális vonali, vagy hálózati vonatközlekedési tervet, amely a megrakott kocsik legkedvezőbb hálózati mozgásának kijelölését teszi lehetővé. Az *optimális vonatközlekedési terv* után a legkedvezőbb menetrendi változat számítógépi kimunkálására kerül sor, a mozdony- és személyzeti fordulótervek optimalizálásával összhangban. Ezeknek a kibernetikai módszereknek a felhasználása a legelőrehaladottabb stádiumban a Szovjetunióban van. A tőkés országok vasutai e területen ez ideig főként a menetrendkészítéssel kapcsolatban értek el eredményt, újabban azonban intenzíven kutatják a többi munkafázis magasabb szintű formáit is.

Az operatív tervezés területén a vasutak a kibernetikai módszereket a ténylegesen bejelentett szállítási igények alapján az *optimális operatív vonatközlekedési terv* elkészítésére, az *operatív menetrend optimalizálására*, operatív fordulóterv készítésére, valamint az *üres kocsik optimális hálózati mozgásának* (elosztásának) *a kiszámítására* használják. Ezekhez a matematikai modellezést és számítástechnikát használják, kiegészítve a számítógéppel kapcsolatot tartó gépi információ átvételi rendszerével. Ma már teljesen reálisnak tűnik a szállítási folyamatok optimális vezérlését biztosító kibernetikai rendszer megalkotásának a lehetősége. A gyakorlati megvalósításig azonban még számos nehézséget kell leküzdeni, amelyek főként a matematika, az információs

technika és a kapcsolódó pszichológiai kutatások területén jelentkeznek. E feladatok megoldásához mind a szocialista (pl. *Orgaszvjaz*, *ADAG rendszer*), mind a kapitalista (*TOPS* és *DB rendszer*) vasutak szükségesnek tartják a megfelelő képzettségű szakemberek kiképzését, a megvalósítási költségek biztosítását, az egyesített információ-felvevő, átvivő és feldolgozó komplex gépi rendszer megalkotását. Becslések szerint a kibernetikai eszközök felhasználásával a távolabbi jövőben lehetségessé válik a vasúthálózati folyamatok operatív optimalálásának 2 ÷ 3 óránkénti minimális időközben való elvégzése.

A számítógépek megjelenése lehetővé tette a hálózati operatív forgalomlebonnyolítás egyes vonatkozásaisban a komplex irányításnak, operációkutatásnak, ill. bizonyos diszpécseser műveleteknek az automatizálását is.

A vasutak anyaggazdálkodási munkafolyamatával kapcsolatban a matematikai leképezés, a modellezés, az algoritmizálás, a gépi információfeldolgozás és átvitel lehetővé tette, hogy egyes vasutak már napjainkban automatikus formában tartsák nyilván nagy és bonyolult összetételű anyagkészleteiket. Megvalósították a különféle elszámolási és fuvardíjszámfejtési műveletek automatizálását, a személyszállítással kapcsolatban pedig az automatikus helyfoglaló és jegykiadó berendezések alkalmazását is.

A *közúti közlekedés* és útéptítés területén nemzetközi viszonylatban a kibernetikai módszerek széles körben elterjedtek. Kiemelkedő eredményeket értek el a forgalomirányítás és a szabályozás kérdésében, az autópályák forgalmának ellenőrzése és szabályozása vonalán, a külső szakaszok csomópontjainak forgalomirányításában, a fél és teljes automatikus forgalom által működtetett jelzőlámpás szabályozások terén.

A hosszútávú tervezés kibernetikai eszközökkel történő megvalósítását illetően nagy jelentősége van az úthálózat fejlesztésére vonatkozó operációkutatási eljárásoknak (forgalomelősebhesség, ráterhelés, hálózat optimalizálás és gazdaságossági kérdések), továbbá a közúti járművek optimális telephelykijelöléseinek. A légi fotogrammetriát és az elektronikus számító- és rajzológépeket az úttervezésben külföldön már elterjedten alkalmazzák a forgalomáramlás problémáinak megoldására (kapacitás, modellezés stb.), igen sok eredmény ismert.

Az útéptések szervezése és optimalizálása kérdésében a különböző hálódigram megoldásokat széles körben alkalmazzák.

A *légiközlekedésben* a hosszútávú tervezés tekintetében az operációkutatás eszközeit főleg költségelemzési és gépparkfejlesztési cézzattal használják.

A menetrendi időszakra való tervezésben a különféle gépeknek a különféle vonalakra történő optimális beosztását kell megemlíteni, összekapcsolva a személyzet optimális beosztásával, illetve a karbantartási munkálatok legkedvezőbb programozásával. Vannak már légitársaságok, amelyek az egész világot behálózó helyfoglaló kibernetikai rendszert építettek ki és használnak üzemszerűen.

A városi közlekedés hosszútávú tervezése területén az elért eredmények a hálózatfejlesztésre összpontosulnak, ahol a hálók segítségével költség-, illetve időoptimumokat számítanak.

A menetrendtervezés területén a járművek és a személyzet fordulótervezését gépesítik. Az egyes járatok sűrűségének megállapításában eredményesen használják a sorbanállási modellt. Lényeges operációkutatási terület a városi közlekedés járműveinek telephely-optimalizálása is.

Az operatív forgalomtervezés és lebonyolítás között meglevő rendkívül nagyfokú fonódottságot felmutató munkafolyamatoknál a kibernetikai eszközök felhasználását a jelzőlámpák fázisidejének (zöldhullám) a forgalomtól függő önműködő megváltoztatása és a túlszűfolt forgalmi körzetekből történő *automatikus forgalomelterelés* jellemzik.

A kibernetikai eszközöket felhasználják a közlekedési vállalatok belső adminisztrációjában is, pl. kalauzi (jegy-) elszámolásokhoz, statisztikához, bérelszámoláshoz, anyagelszámoláshoz stb.

A hajózás valamennyi közlekedési ágazat között a viszonylag legkisebb dinamikával rendelkezik. E közlekedési ágazaton belül a meglevő operációkutatási modelleket használják fel és az általános gazdasági-igazgatáshoz tartozó, valamint egyedi számítási feladatokat gépesítik. Különösen a kikötői munkáknál vannak jó lehetőségek.

A hazai közlekedési ágazatokon belül a legátfogóbb és legjelentősebb módszereknek a gyakorlatban való bevezetésére a gazdasági-igazgatási műveletekkel és az anyagigazgatással kapcsolatban került sor.

Az operatív tervezés munkafázisában a kibernetikai eszközök felhasználása különösen a vasút üzemi szeneinek optimális elosztása területén hozott hatékony eredményeket.

A menetrendi időszakon belül történő tervezésben ugyancsak a vasúttal előrehaladást az optimális vonali vonatközlekedési tervek kialakítása területén.

Az úttervezés végrehajtása elektronikus számítógép segítségével a kutatás előrehaladásával párhuzamosan kerül bevezetésre. Az elkészített programokat autópálya tervezéskor és a budapesti metro észak-déli vonalának tervezésekor használták.

A városi úthálózat távlati terveinek elkészítése vidéki városok esetében ma már zömében elektronikus számítógépet igénybe vevő eljárással folyik.

Az országos közúthálózat forgalmának felvételét a közúti forgalom időbeli lefolyása modelljének előállítására és továbbfejlesztése alapján levezetett mintavételes eljárással hajtották végre. A forgalomáramlás meghatározása után az egyes utak optimális forgalmi terhelésének vizsgálatát végezték el, továbbá forgalombiztonsági elemzéseket is végeztek.

A hazai közlekedésben alkalmazott kibernetikai módszerek tekintetében lemaradás észlelhető, mert

- nincs módunkban felhasználni a nemzetközi gyakorlatban bevezetett vagy kísérletezés, ill. kutatás alatt álló módszerek közül még a leg-hatékonyabbaknak látszókat sem;
- az operációkutatási és kibernetikai témákkal — egy-két kivétellel — nem átfogóan, hanem csak elaprózottan és részletszemléletben foglalkozunk;
- nem állítunk kellő számban és szintben munkaerőket és szervezetet a témák művelésére;
- nem kielégítő az ágazatok között, illetve a nemzetközi szervezetekkel az együttműködés, a témák választéka, a ráfordítható erők és az időbeli ütemezés tekintetében.

A nemzetközi és hazai kibernetizáltsági szint között mutatkozó lemaradás különösen a vasúti közlekedés területén előbb-utóbb pl. a tranzit forgalom csökkenéséhez vezethet, ami jelentős devizakiesést idézhet elő.

A jövőben megoldandó feladatok elsődleges feltétele az *egységes távlati operációkutatási és kibernetikai koncepció* kidolgozása. A koncepció összeállítása-kor azt is előre kell látnunk, hogy a közlekedésben a kibernetizálható munkafolyamatok napjainkban már az egész közlekedésüzemi, ill. közlekedés-gazdasági folyamatrendszer legnagyobb részét érintik. Ezért a koncepció összeállításához nem szabad szigorúan a nemzetközi kutatásokra korlátozódni, hanem egységes rendszerbe kell illeszteni azokat a folyamatokat, amelyekről mai ismereteink szerint nyilvánvalóan látszik azok kibernetizálhatósága és ezáltal jó szolgálatot tehetünk a közlekedési vállalatok integrált információs rendszere terén a kialakítandó problémáinak megoldásához is.

4. Operációkutatás a településtudományban

Az ország területének optimális felhasználása szempontjából igen jelentős szakterület a *településtudományi operációkutatás*. A településtudományban azonban a kvantifikálásra és optimalizálásra való törekvés viszonylag lassan érvényesül, egyrészt a problémakör átfogó kvantifikálásának sajátos nehézségei miatt, másrészt pedig mivel a településtudomány gyakorlati alkalmazása terén a regionális tervezésben és a városrendezésben szubjektív módszerekkel is jelentős eredmények érhetők el, és végül mert e tudományterület legkiválóbb művelői számára újszerűek, szokatlanok az operációkutatás módszerei. A kutatások jellemző irányjai:

1. Általános, megalapozó jellegű kutatások, amelyek az olyan módszertani és rendszerezési kérdésekre, továbbá a legfontosabb törvényszerűségek megállapítására vonatkoznak, mint például a városképző erők, a migráció, a demográfiai törvényszerűségek, vagy általában a településhálózat fejlődésére jellemző sztochasztikus összefüggések.

2. Egyes országrészekre vagy az ország egész területére kiterjedő településhálózati problémák megoldása (pl. az optimális régió- és alrégióhatárok, valamint optimális vonzasközpontok meghatározása).

3. Morfológiai település-szerkezeti jellegű kérdések megoldására irányuló kísérletek (pl. lakóterületek optimális kijelölése stb.).

4. A települések optimális fejlesztési ütemének — az optimális „küszöbök” kialakításának — vizsgálata.

5. A hálódigramos programozási módszerek alkalmazásának kísérleti bevezetése a településtervezésben és a településtudományi kutatásokban.

6. Végül ide sorolhatók különböző, az optimális ipar- és raktártelepítésre, valamint a közmű- és közlekedéshálózat-fejlesztésre vonatkozó kutatások.

A problémák a gyakorlatban összefonódva jelentkeznek. A regionális és területi tervezés, valamint településtudományi kutatás legfontosabb belföldi intézete a *Városépítési Tudományos és Tervező Intézet*, amelynek tevékenysége során egyre inkább felmerül az igény az operációkutatási módszerek alkalmazása iránt.

A *nyugati országokban* a településtudományi kutatások nagy része főként egyetemi tanszékeken egy-egy kiváló tudós, általában egyetemi tanár személye köré csoportosulva folyik, mint pl. W. ISARD vezetésével a philadelphiai egyetemen.

A *Szovjetunióban* az Ukrán SzSzk Tudományos Akadémiájának Kibernetikai Intézete és Építéstermelési Intézete, a moszkvai Építésgazdasági Tudományos Kutatóintézet és az észti Industrieprojekt folytatnak telepítési és konfigurációs problémákkal kapcsolatos jelentős kutatómunkát. Az *NDK-ban* a berlini Bauakademie, a weimari Építészeti Főiskola és a drezdai Műszaki Egyetem idevágó tevékenységéről tudunk. *Csehszlovákiában* a prágai Műszaki Főiskola és a Pozsonyi Építésgazdasági és Szervezési Intézet, *Bulgáriában* az Építőipari Számítási Központ, *Lengyelországban* pedig a varsói Városrendezési Intézet említhető meg az ilyen kutatások számottevő művelőiként.

Bár már a településtudomány kialakulásakor sor került matematikai módszerek alkalmazására, zárt matematikai modellekkel eddig csak egyes problémák különböző szempontokból történő közelítése sikerült hazai és külföldi relációkban egyaránt. Hazai vonatkozásban említésre méltó kísérletek az *optimális régióhatárok* kijelölése, továbbá az Alföld településhálózati szerkezetére vonatkozóan kidolgozott matematikai modellek.

A tőkés országokban e területen folytatott kísérletek az eltérő gazdasági-társadalmi berendezés és ebből kifolyólag a merőben más megközelítési szempontok miatt inkább csak módszertani jelentőségűek.

Nem kedvezőbb a helyzet az operációkutatási módszerek felhasználása tekintetében a *települések belső szerkezetére* vonatkozó kutatómunka területén sem. A feladatok rendkívül bonyolultak, azonkívül sok a bizonytalan tényező. Az Egyesült Államokban pl. GARRISON, MARBLE és mások szimulációs eljárás-

sokkal folytatnak kísérleteket, megnyugtató eredményeket elérni azonban még nem sikerült.

Szocialista relációban figyelmet érdemel a Lengyelországban Varsó általános rendezési tervezésének optimalizálására kidolgozott matematikai modell. Az optimális telepítések matematikai modelljeinek és algoritmusainak kidolgozása hazánkban a SZÁMGÉP feladata, amely elsősorban építésügyi vonatkozásaiban e témának a KGST Építésügyi Állandó Bizottsága keretében felelőse is.

A lakótelep helykijelölése gazdaságosságának vizsgálatakor a BUVÁTI-ban alkalmaztak egyszerűsített operációkutatási módszereket.

Egyre több olyan településtervezési és településtudományi részletkérdés megoldása is folyik nálunk az operációkutatás módszereivel, amelyek a településhálózat vagy egy település egy-egy részproblémáját foglalja magában.

Általánosan használt lineáris programozási eljárások mellett meg kell említeni a különböző *raktár- és ipartelepítési feladatok* megoldására szolgáló modelleket, és az *úthálózat* távlati fejlesztésére irányuló gépi számítási eljárásokat, továbbá Pécs általános rendezési tervének hálódiaagramos ütemezését és forgalmi szempontból való optimalizálását.

A megoldandó feladatok itt két síkon jelentkeznek, és pedig a településtudományi és az operációkutatás területén. Mindkét tudományág erősen fejlődik, de — egyre erősödő egymásrautaltságuk ellenére — kapcsolataik sem nálunk, de világszerte sem, nem kielégítőek. Mindenütt tapasztalható, hogy külön tudományos szervek alakulnak ki a településtudományi területi diszciplínák *kvalitatív* és *kvantitatív* kérdéseinek megoldására. Igen nagy erőfeszítések szükségesek a célravezető együttműködés megteremtésére. A KGST keretei között a területrendezés kvalitatív kérdéseivel az Építésügyi Állandó Bizottság Regionális Tervezési Szekciója, operációkutatási problémáival pedig Számítástechnikai Munkacsoportja foglalkozik. A kapcsolat ezek között azonban nem kielégítő.

A településtudományi és az operációkutatás viszonyára jellemző, hogy a településtudományi feladatok megoldásakor az egyéb területeken kialakult operációkutatási módszereket és modelleket alkalmazzák bel- és külföldön egyaránt, vagyis sajátos, településtudományi vonatkozású operációkutatási módszerek még nem alakultak ki, ami a településtudományi problémák sokrétűsége és bonyolultsága miatt nem ad eléggé valóság-hű eredményeket.

Az operációkutatás soronkövetkező feladata a már meglévő módszerek fejlesztése úgy, hogy azok a speciális településtudományi feladatok megoldására még alkalmasabbak legyenek.

E kérdések megoldása messze túlnő a hazai operációkutatás keretein. Nem egy országos, sőt nemzetközi szaktekintély szerint a közeljövőben nem lehet várni egzakt eljárásokat a tudománytól, mert a kutatás még nem találta meg e problémák általános kulcsát. Annál fontosabb a *heurisztikus és szimulá-*

ciós eljárások kidolgozása, kikísérletezése és bevezetése, különösen ha figyelembe vesszük, hogy hatásfokuk általában jól kielégíti a gyakorlat igényeit.

Megnehezíti a kvalitatív és kvantitatív tevékenység közötti kapcsolatok kialakulását a számításra alkalmas adatok elégtelensége, továbbá az e célra rendelkezésre álló számítóberendezések kapacitása, amely mind a berendezések mennyisége, mind azok méretei tekintetében elégtelen. A regionális tervezők és városrendezők részéről csökkenti az operációkutatás iránti igényt, hogy művelőinek nagy része nem rendelkezik megfelelő ismeretekkel az operációkutatás alkalmazási lehetőségei és eredményeinek hasznosítása tekintetében.

Az ismertetett helyzetkép egy előreláthatóan hosszú ideig tartó, mélyreható fejlődés kezdeti állapotáról ad számot. Szükséges, hogy az egyes területeken a lehetőségek helyes felméréseivel szabjuk meg a várható eredményeket és jelöljük ki a feladatokat.

5. A helyzetkép értékelése és javaslatok

Az előzőekben vázolt helyzetkép alapján megállapíthatjuk, hogy az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium, valamint a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium, ill. a Magyar Tudományos Akadémia felismerték az operációkutatási módszerekben rejlő lehetőségeket. A kutatóbázisok és a számítóközpontok létrehozása azonban még csak kezdeti lépés; ahhoz, hogy az operációkutatási módszereket és a kibernetikai eszközöket a műszaki-gazdasági vezetésben, irányításban valóban kihasználhassuk, még igen sok a tennivaló.

Az utóbbi években jelentős lépést tettek valamennyi országban a kutatószervezet és a számítástechnikai feltételek megteremtésében. Így jelentős erőfeszítésekre lesz szükségünk, különösen a szakemberképzés és utánpótlás, valamint a számítás- és ügyviteltechnikai gépi felszereltség vonalán, hogy a fejlődés mai nemzetközi ütemével valamelyest lépést tudjunk tartani.

A szükséges fejlődés azonban csak úgy biztosítható, ha a szakemberképzés vonalán megfelelően felkészülünk a számító- és adatfeldolgozó gépi bázis fejlesztésére. A mérnök- és közgazdászképzésben az operációkutatás és számítástechnika oktatásának részleges bevezetése jó kezdetnek tekinthető, de a továbbfejlődést ez megfelelően még nem biztosítja. Érdemes volna megfontolni, hogy ebből a szempontból nem kellene-e korszerűsíteni a felső-technikumok, sőt már a középiskolák tananyagát is.

A három tudományterületre vonatkozóan a Szakértőbizottság a következő *javaslatokat* tette:

1. Modern nagykapacitású elektronikus számítógéppel felszerelt operatív számítástechnikai bázisok építendőek ki azokon a helyeken, ahol ezek működési feltételei már biztosítottak.

2. Az illetékes szervek tegyék lehetővé a hazai kutatóbázis fokozatos növelését és koncentrálják a meglévő erőket a legfontosabb soronkövetkező feladatokra.

3. Kiépítendő a szoros együttműködés a kutatásokban eredményeket elért nemzetközi szervezetekkel. Fejleszteni kell a KGST útján a nemzetközi együttműködést, amely a módszertani kutatások feladatait felosztja a baráti országok kutatószervei között, az eredmények kölcsönös rendelkezésre bocsátása mellett.

4. A jól definiált feladatok megoldásának, a megoldások gyakorlati bevezetésének elengedhetetlen feltételei: az egymást követő feladatok elsőbbségei rendjének lehetőleg hosszabb időre történő meghatározása; mind az üzemi, mind a gazdaság-irányítási munkaterületen a feladatok megoldásához szükséges anyagi és szellemi feltételek, valamint a személyi állomány és utánpótlásának tervszerű biztosítása.

Az egyes területekre vonatkozó javaslatok a következőkben foglalhatók össze.

A Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége az Akadémia keretei között hozzon létre megfelelő szervezeti egységet a *tudományszervezés* operációkutatásra orientált módszertani művelésének és a különböző tudományágakban folyó szervező tevékenység módszertani összefogásának érdekében.

Az *építővállalat és a vállalat termelőegységei* működésének operációkutatási módszerekkel való megjavításától joggal várható a termelékenység jelentős emelkedése. Ezért az építőipar irányító szervei tegyék lehetővé a hazai kutatóbázis fokozatos növelését és koncentrálják a meglévő erőket a legfontosabb, soronkövetkező módszertani feladatokra.

Az irányító szerveknek úgy kell alakítaniuk a vállalati mechanizmusokat, hogy a korszerű módszerek kétségtelen népgazdasági előnyei nyereségként jelentkezzenek mind az építővállalat, mind pedig a különböző termelői kollektívák számára is.

Össze kell állítani a *közlekedés* területére az operációkutatási és kibernetikai jellegű célkitűzéseket szervesen felépítő, átfogó koncepcionális javaslatot. A koncepció kidolgozására első lépésként albizottság létrehozása javasolható a közlekedéstudomány területén. Az albizottságban legyenek képviselve az összes érintett közlekedési ágazatok. A koncepció jelölje meg a hazai kutatócsoport koordinálására legalkalmasabb szervezetet, ill. szervezeti formát. A koncepció tegyen konkrét javaslatot a kutatások koordinálására a hazai közlekedésen belül, a közlekedési és más hazai szervek között, valamint nemzetközi vonatkozásban. A koncepció rögzítse ötéves ütemezésben a káderfejlesztés mértékeit és választékát, nemkülönben a gépi kibernetikai eszközök területén várható igényeket.

A *regionális tervezési* kérdések rendkívül összetett volta miatt más területeknél nagyobb súllyal veti fel a kutatói csoportok problémáját. Az eredményes munka szempontjából elengedhetetlen, hogy az érdekelt intézmények az eddigieknél szorosabban működjenek együtt.

The Situation of Operations Research in Hungary in the Fields of Construction, Traffic and Regional Planning. During the last 10 years in the planning of the development and of the activities of the various branches of economy as well as in the direction of their organizations the aspiration to prepare decisions of major importance by scientific methods and methodically have presented themselves always more vigorously. The to-day already generally accepted collective name of these methods is 'Operations Research'. This young scientific frontier zone is tightly connected with the technical sciences. The present paper analyses the existing situation of operations research in Hungary in the fields of construction, traffic and regional planning and on the basis of the analysis it makes propositions for the further development of this science in Hungary.

Die Lage der Operationsforschung im Bauwesen, im Verkehr und in der regionalen Planung in Ungarn. In den letzten 10 Jahren meldete sich auch in Ungarn bei der Planung der Entwicklung und der Tätigkeit der verschiedenen Wirtschaftszweige und der Lenkung ihrer Organisationen immer kräftiger das Bestreben, die wichtigeren Beschlüsse mit wissenschaftlichen Methoden und Methodik vorzubereiten. Der heute allgemein verbreitete Sammelname dieser Verfahren ist 'Operationsforschung'. Dieses junge wissenschaftliche Grenzgebiet steht mit den technischen Wissenschaften in enger Verbindung. Die vorliegende Studie analysiert die Lage der Operationsforschung im Bauwesen, im Verkehr und in der regionalen Planung in Ungarn und macht auf Grund der Analyse Vorschläge zur Weiterentwicklung dieses wissenschaftlichen Gebiets in Ungarn.