

OPERÁCIÓKUTATÁS, AZ ELFELEDETT TUDOMÁNY A LOGISZTIKÁBAN (A LOGISZTIKAI CÉL ELÉRÉSÉNEK ÉRDEKÉBEN)

Fábos Róbert¹

Alapvető elvárás a logisztika területeinek szereplői (termelő, szolgáltató, megrendelő, stb.) részéről a rendelkezésre álló erőforrások optimális fel- és kihasználása, mely maga után vonja a felmerülő költségek csökkentését is. Ezen optimum megtalálása nem egyszerű feladat, még egy kisebb terjedelmű egyszerű rendszer esetén sem. A számítástechnika fejlődésével elfeledésre került egy olyan tudományterület, melyet a gazdasági élet különböző szereplői munkájuk során naponta alkalmazhatnak úgy, – pl. szoftverek elméleti alapjait adja – hogy nem is tudnak róla (pl. útvonaltervező, költségtervező szoftverek használata), nem ismerik jelentőségét és az általa elérhető hasznot.

A logisztika feladata, illetve célja a kialakult értelmezés szerint az anyagok és információk rendszereken belüli és különböző rendszerek közötti eljuttatásának, áramlásának tervezése, szervezése, irányítása, ellenőrzése, illetve a rendszer működése során jelentkező feladatok elvégzéséhez szükséges tárgyi, személyi és egyéb feltételek megteremtése. Ahhoz, hogy a logisztika el tudja végezni ezen feladatokat, más tudományterületek törvényszerűségeit, eredményeit kell felhasználnia. *A logisztika céljának tekinthető „6M” elvet vizsgálva, mindegyik „M”-hez több tudomány, illetve tudományág is kapcsolódik:*

- Megfelelő anyag: szociológia, informatika, gépészeti tudományok, stb.
- Megfelelő időpontban: közlekedéstudomány, matematika, informatika, stb.
- Megfelelő helyre: matematika, közlekedéstudomány, szociológia, közgazdaságtudomány, stb.
- Megfelelő mennyiségben: matematika, informatika, közlekedéstudomány, gazdálkodás- és szervezéstudomány, stb.

¹ Fábos Róbert okl. mk. százados, főiskolai adjunktus.

- **Megfelelő minőségben:** biológia, kémia, közlekedéstudomány, gépészeti tudományok, stb.
- **Megfelelő költséggel:** közgazdaság-tudományok, matematika, közlekedéstudomány, stb.

Az előbbi felsorolásból megállapítható, hogy a logisztika céljának eléréséhez elengedhetetlenül szükséges a matematika, de nem lehet azonosítani vele. Mint minden tudománynak, megvannak a matematika korlátai is. A logisztikában megjelenő folyamatokat nem lehet minden esetben egy matematikai formulával leírni.

Ha csak a szállítandó árunak megfelelő gépjármű kialakítását vesszük példának, a megfelelő felépítmény kiválasztása az áru fizikai, biológiai, kémiai tulajdonságaitól függ. Viszont az adott áru tulajdonságainak és mennyiségének megfelelő optimalizálás járműmennyiség könnyen meghatározható matematikai összefüggésekkel, azaz az operációkutatás segítségével.

Az operációkutatás kezdetei

Az operációkutatás gyökerei sok évtizedre visszamenőleg követhetőek, egészen addig, amikor az első kísérleteket tették arra, hogy tudományos megközelítést használjanak a vállalatok és intézmények vezetésében, a tevékenységek optimalizálásában. Az operációkutatásnak nevezett tevékenység kezdetét azonban általánosan a második világháború elejére teszik, és – ugyanúgy, mint a logisztikát – a katonai feladatok végrehajtásával kapcsolatos tevékenységnek tulajdonították. A háborús erőfeszítések miatt nagy szükség volt arra, hogy a rendelkezésre álló korlátozott erőforrásokat a különféle hadműveletek, és az azokon belüli tevékenységek között hatékonyan osszák meg. A brit és az amerikai hadsereg tudósokat kért fel a felmerült problémák tudományos módszerekkel történő megoldására. Ezek a tudóscsoportok voltak az elsők, akik az operációkutatás módszereit gyakorlati problémák megoldására alkalmazták és tényleges hasznukat bizonyítani tudták.

F.F. Fleimkahler szerint „*az operációkutatás az angliai csata sötét éveiben született, hogy mozgósítsa a tudományos módszereket a nemzet fennmaradása érdekében tett kétségbeesett küzdelemhez*”.

A ***P. M. S. Backett*** vezetésével folyó munka hamarosan bizonyította a vizsgált problémák tudományos megközelítésének helyességét. Számos hadi- termelési, elosztási, csapás szervezési, illetve védekezési

problémát oldottak meg és az operációkutatás alkalmazása révén hatalmas költség, anyag, idő, stb. megtakarításokat értek el. A légi harcokban például az operációkutatás eredményeként 800 repülőgépből álló bombázó egységben állapították meg azt a légi alakulatot, mely a legkevesebb veszteséget szenvedte. Ugyancsak az operációkutatás eredményeként született az a megállapítás mely szerint egy 40 hajóegységből álló és 6 hadihajó által kísért konvoj az, amelynek vesztesége a legkisebb. Ezen adatok meghatározása még nem jelentette a teljes körű gyakorlati alkalmazást, de jó alapot teremtett hozzá.

Az új tudományos módszerek katonai alkalmazásnak sikerétől is ösztönözve a polgári élet felismerte, hogy a felmerült problémák alapvetően ugyanazok, mint amelyek megoldására a hadsereg sikeresen alkalmazta az operációkutatás elveit, módszereit, ezért a civil szféra is egyre nagyobb mértékben kezdte alkalmazni azokat. A háború után számtalan tudós tovább foglalkozott ennek a viszonylag új tudományterület további részleteinek megismerésével és továbbfejlesztésével. Ez a színvonalban komoly előrehaladást eredményezett.

Legfontosabb példa erre a lineáris programozási feladatok megoldására használható *szimplex módszer*, amelyet **George Dantzig** 1947-ben fejlesztett ki. Az operációkutatás számos szabványos eszköze – pl. lineáris programozás, dinamikus programozás, sorbanállás elmélete, raktározási problémák elmélete – viszonylag fejlett volt már az 1950-es évek előtt.

A számítástechnika rohamos fejlődése is hatással volt eme tudomány előtérbe kerülésére. Jellemző, hogy az operációkutatás által vizsgált bonyolult problémák hatékony kezelése rendszerint nagy tömegű számítási műveletet igényel, melyet emberi erővel elvégezni olykor lehetetlen feladat.

Az operációkutatás meghatározása

Az **operációkutatás** tudományos eszközökkel, technikával, módszerekkel vizsgálja valamely rendszer működésével kapcsolatos problémákat abból a célból, hogy az optimális megoldást meghatározza.

Tehát a döntések meghozatalához ad igen nagy segítséget az operációkutatás során kidolgozott elképzelés. Innen származik az a megfo-

galmazás, hogy az *operációkutatás a döntések előkészítésének tudomány²*.

A teljesség kedvéért meg kell említenünk két fogalmat, melyek szorosan kapcsolódnak a témához:

Az **optimális döntés** a vizsgált szervezet, vagy rendszer egésze szempontjából a legjobb megoldás.

A **szuboptimum** a vizsgált szervezet, ill. rendszer egy, vagy több részének szempontjából a legjobb megoldás.

Speciálisan, az operációkutatás a vizsgált rendszer (vállalat, intézmény, alegység, stb...) gyakorlati vezetésével is foglalkozik, így ahhoz, hogy a vezetés sikeres legyen, a döntéshozó(k) számára is pozitív, érthető következtetéseket kell nyújtania.

Az operációkutatás további jellegzetessége a széles látókör. Amint az előzőekből következik, az operációkutatás a szervezeti nézőpontot helyezi előtérbe. Ezért olyan módon kísérli meg feloldani a vizsgált rendszer összetevőinek érdekei közötti konfliktusokat, amelyik a vállalatnak, vagy intézménynek, mint egésznek a legjobb. Ebből nem következik, hogy minden egyes probléma tanulmányozása során figyelembe kell venni a vállalat, vagy intézmény összes alrendszerét, hanem inkább az, hogy az eredeti céloknak összhangban kell lenniük az egész vállalat, vagy intézmény céljaival.

Az operációkutatás jellegzetessége még, hogy a vizsgált probléma legjobb – optimális – megoldását kísérli meg meghatározni. Ahelyett, hogy megelégednénk a pillanatnyi helyzet valamilyen szintű javításával, a cél az, hogy megtaláljuk a lehető legjobb cselekvéssorozatot. Ez az „*optimumkeresés*” amelyet gondosan kell értelmezni, nagyon fontos téma az operációkutatásban.

Mindezek a jellegzetességek teljesen természetes módon vezetnek el egy további sajátosságához. Egy embertől sem várható el, hogy szakértő legyen az operációkutatás minden szempontja, ill. jellegzetes

² Példaként megemlíthető Kristóf Tamás által felvázolt megoldás az erőforrás- és költségtervezés operációkutatási módszerekkel történő modellezésére I-II. rész (Kristóf Tamás: Az erőforrás- és költségtervezés jövőbeni gyakorlatának elméleti-módszertani megalapozása; Katonai Logisztika 13. évfolyam 3. (34.-51.o.)-4. szám (3.-26.o.), MH ÖLTP, Budapest, 2005).

problémái mindegyikében. Ehhez rendszerint kutatók olyan csoportjára van szükség, akik különböző háttérrel és képességekkel rendelkeznek. Ennél fogva, ha egy kifejlett, új probléma operációkutatási tanulmányozásába fogunk, rendszerint „*csapatmunkával*” kell azt megközelíteni. Egy ilyen operációkutatási csoportban kell lenniük olyan szakembereknek, akik együttesen széleskörű tudással rendelkeznek a matematikában, statisztikában, valószínűség-számításban, közgazdaságtudomány-ban, üzleti adminisztrációban, számítástechnikában, műszaki és fizikai tudományokban, viselkedéstudományban és az operációkutatás speciális technikáiban (módszereiben). A csapatnak megfelelő tapasztalattal és széleskörű képzettséggel kell rendelkeznie ahhoz, hogy megfelelően tanulmányozni tudja a probléma számos, a vállalaton, vagy intézményen keresztül elágazásának útját, és hogy hatékonyan tudja végrehajtani az operációkutatási vizsgálat különböző fázisait.

Az operációkutatás jellegzetességei:

- tudományos módszerek felhasználása,
- modern matematikai módszerek alkalmazása,
- optimális megoldásra való törekvés,
- döntés-előkészítési egyszerűsítése,
- csoport munka,
- számítástechnika nagyfokú alkalmazhatósága.

Az operációkutatás modelljei³

A gazdasági, szervezési jelenségek pontos tanulmányozásánál a valóságon nem végezhetünk kísérleteket – vagy csak nagyon ritkán –, mert költségesek, vagy hosszantartóak lennének, és így a kísérlet ered-

³ A **modell** valamely jelenség, rendszer jellemzőit kifejező, ábrázoló, jelképező logikai, vagy matematikai formula, képlet.

Az **operációkutatási modell** az egyes folyamatoknak a matematika nyelvén történő egyszerűbb és áttekinthetőbb megjelenítése, leképezése, hogy a döntések előkészítése érdekében a szükséges vizsgálatok, elemzések az eredeti folyamatban való beavatkozás nélkül elvégezhetők legyenek.

ményét már nem lehet hasznosítani. Az operációkutatásban a kísérletezés sem ismeretes úgy, mint például a fizikában. A kísérlet visszaállítása, megismétlése sokszor lehetetlen. Például az utasforgalom, járműforgalom, áruszállítási feladat, harctevékenység visszaállítása egy adott időpontra vonatkozóan lehetetlen vállalkozás. Ennek a problémának a kiküszöbölésére az operációkutatás a modelleket használja.

A modellkészítés során az objektív valóság tudatos egyszerűsítése szükséges a lényeges elemek meghagyásával. Az egyszerűsítés akkor indokolt, ha általa valamilyen tulajdonság, sajátosság jobban kiemelhető, megismerhető. A modell – bár egyszerűbb, mint a valóság – annak minden fontos elemével, az elemek közti összefüggésekkel rendelkezik. A modell nem lehet öncélú, hanem ismereteket kell szolgáltatnia. Az így megalkotott modell – mint az objektív valóság megjelenítése – alkalmas arra, hogy az egyes elemek változtatásával meghatározhassuk a többi elemre, illetve az egész folyamatra kiváltott hatást. Vagyis az így megalkotott modell alkalmas a kísérletezésre.

A modellek csoportosítása

A modell, vagy idealizált reprezentációk a mindennapi élet nélkülözhetetlen része. Köznapi példák lehetnek: repülőgépek modelljei, portrék, földgömbök, stb. A modellek hasonlóképpen fontos szerepet játszanak a tudományban és az üzleti életben, mint más területen az atommodell, a genetikai struktúra modelljei, a fizika mozgástörvényei, vagy a kémiai reakciókat leíró matematikai egyenletek, gráfok, a vállalatokat leíró ábrák, az ipari könyvelési rendszerek, stb. teszik. Az ilyen modellek rendkívül értékesek a vizsgálat lényegének az elvonatkoztatásához, a kapcsolatok megmutatásához és az elemzés megkönnyítéséhez. A könnyebb érthetőség miatt szükséges a rendetek modell csoportokba rendezése.

a.) A modell és a valóság közötti kapcsolat szempontjából megkülönböztetünk:

- 1. képszerű modellek:** akkor, ha a valóságot képszerűen jeleníti meg. Ilyen a fénykép, a földgömb, a légcsatornában elhelyezett repülőgép, autómodell, stb. A képszerű modellek statikusak, csak akkor változtathatók, ha az eredeti tárgy, rendszer módosul.
- 2. Analóg modell:** akkor, ha egy rendszer tulajdonságait egy más-ként működő rendszer imitálja. Ilyen például az elektromos áram szemléltető utánzása hidraulikus rendszerrel. Az analóg

modell és a leképezhető tárgy, rendszer közötti kapcsolat szorosabb, a modell adott esetben az eredetinek megfelelő reakciókra képes. Viszonylag könnyen változtathatók, dinamikus összefüggések vizsgálatára is alkalmas. Analóg modelleknek tekinthetők az orvosi kísérletekhez használt kísérleti állatok, a működő, változtatható makettek, a szervezési, termelési, gyártási eseményeket leíró folyamatábrák, stb.

3. **Szimbolikus modell:** akkor, ha a vizsgált folyamat egyes tényezőit és a köztük lévő kapcsolatokat matematikai, vagy logikai szimbólumokkal fejezi ki. A szimbolikus modellel a változások és azok hatási jól követhetők. A matematika nyelvén megfogalmazott modell szimbolikus. A változások követésére a legalkalmasabb modellfajta.
4. **Összetett, kombinált modellek:** amelyek az előbbieken leírt csoportokba egyértelműen nem sorolhatók be. Ilyenek például a szimulációs modellek, melyek részben analóg, részben szimbolikus jellegűek.

b.) A modellekben szereplő paraméterek szerint megkülönböztünk:

1. **Formális, vagy determinisztikus modell:** akkor, ha valamennyi paramétere konkrét érték. Ez a követelmény az operációkutatási modellek esetében ritkán fordul elő. A modell megoldása általában egyszerű.
2. **Valószínűségi, vagy sztochasztikus modell:** akkor, ha a paraméterek közül legalább egy sztochasztikus (valószínűségi) változó. A szóban forgó paraméter valószínűségi eloszlása lehet elméleti, vagy mért értékekből számított (exponenciális). A modell megoldása a determinisztikus modellel ellentétben nem konkrét érték, hanem csak várható érték.
3. **Stratégiai modell:** A paramétereiről meglévő ismeretek a legkedvezőbbek. Bár a paraméterek módosulásának tartománya itt is ismert, nem tisztázott azonban a különböző értékek felvételének valószínűsége. Ez az állapot akkor fordul elő, ha az események ugyanolyan viszonyok mellett megvalósuló ismétlése – amely a sztochasztikus folyamatok valószínűségeinek meghatározásához elengedhetetlenül szükséges követelmény – nem hajtható végre. Ilyen események leírásával és megoldásával a *játékelmélet* foglalkozik.

c.) a modellek érvényességi ideje szerint megkülönböztetünk:

1. **Statikus modell:** akkor, ha a valóságot csak egy adott időpillanatban. Illetve relatív szűk időintervallumban tükrözi. A gyakorlatban alkalmazott modellek többsége statikus.
2. **Dinamikus modell:** hosszabb időtartamra vonatkozik, a valóságot nem csak egy adott időpontban képezi le, hanem végigkíséri a fejlődés folyamatát is.

Az operációkutatásban alkalmazott főbb modellek

1. **Determinisztikus és statikus modellek:**

- **Elosztási (allokációs), illetve hozzárendelési modellek:** Ezek lehetnek **lineáris** és **nem lineáris** programozással megoldható modellek. Valamely elosztás optimális megvalósítását oldják meg. Alkalmazható, ha van egy cél, amelyet optimalizálni akarunk és azt lineáris (vagy nem lineáris) matematikai egyenletekkel lehet kifejezni. A katonai személy- és áruszállítási teljesítményeinek optimalizálására is alkalmas modellek.
- **Kombinatorikus modell:** Ezzel a modellfajtaival lehet megoldani a közlekedésben gyakran jelentkező körutazási problémát. A körutazási probléma több helység optimális végigjárási sorrendjét határozza meg oly módon, hogy minden helység csak egyszer érinthető és vissza kell térni a kiindulási helységbe. Nagyon jól alkalmazható terítő, gyűjtő és terítő-gyűjtő járatok szervezésére.
- **Gráfelméleten alapuló modell:** Gyakran említik ezt a típust hálótervezési modellnek is. A gazdasági élet területén technológiai, szervezési és kivitelezés-tervezési feladatok optimalizálására alkalmas, ahol a folyamatok elemeinek megfelelő sorba rendezése és párhuzamosítása után meghatározható a **kritikus út**⁴, és lehetőség van az adott folyamat meggyorsítására. A katonai közlekedés területén belül a

⁴ **Kritikus út:** Adott folyamatban végrehajtandó azon egymást követő tevékenységeknek a sora, mely tevékenységek végrehajtási idejében bekövetkező bármilyen változás hatással van a teljes folyamat végrehajtásának határidejére.

szállítások tervezési, szervezési folyamatainak modellezésére is alkalmazható.

2. Sztochasztikus és dinamikus modellek

- **Sorbanállási modell:** Alapvetően a valószínűség-számításra épül. Az érkezési és kiszolgálási idők valószínűségi eloszlásait használja fel abból a célból, hogy egy kiszolgáló rendszerben – amely lehet egy, vagy több csatornás – meghatározzák a várakozó sor hosszát, a várakozási időt. Nagyobb volumenű katonai tevékenységek (pl. többnemzetiségű gyakorlat) esetén a kirakó állomás kiszolgálási folyamatai is optimalizálhatók a modell segítségével.
- **Készletezési modell:** a sorozatgyártás és a készletnagyság optimalizálására alkalmas. Mikor kell rendelni, megrendelendő mennyiség, raktározási költség alakulása, stb. A különböző katonai készletek optimalizálása, raktározási költségek csökkentése oldható meg a modellel.
- **Pótlási modell:** Az elhasználódott termelőeszközök pótlásának optimalizálását oldja meg. Mikor kell egy eszközt a minimális költség érdekében egy újjal helyettesíteni, illetve felújítani. A katonai járművekkel kapcsolatos gazdálkodási feladatok optimalizálására is alkalmazható.
- **Szimulációs modell:** a modell készítésének alapelve abban áll, hogy a modellezni kívánt rendszer időbeni működését egy algoritmussal leírják. A modellel elemezni lehet a változások hatásait, vagyis a rendszer várható viselkedését. Tehát olyan információk birtokába lehet jutni, amelyekkel megalapozottabbá, biztonságosabbá, eredményesebbé tehető a döntéshozatal. A szimulációs modellek legnagyobb előnye azok flexibilitásában rejlik. A szimulációt a katonai tevékenységek széles körében alkalmazzák, elég csak a repülőgép pilóták képzésére gondolni.

Az operációkutatás munkafázisai

Az operációkutatási munka összetett, a részfeladatok komplex folyamatot alkotnak. A végeredmény gondos és átgondolt terv alapján végzett megoldás szolgáltatja. Néhány kidolgozott elv iránymutatást és könnyítést ad az operációkutatást végző részére az elvégezendő felada-

tok rangsorolásához. A legtöbb feladat megoldása a *következő fázisokból áll (1. ábra)*.

- 1. Az operációkutatás tervezése:** Az eddig szerzett tapasztalatok azt mutatják, hogy az operációkutatás során elkövetett leggyakoribb hiba a feladat elszigetelt, az összefüggésektől és kapcsolatoktól eltekintő felfogása. Az ilyen módon kidolgozott eredmények a gyakorlatban többnyire megvalósíthatatlanok, a számított megtakarítások elméletiek maradnak. Az operációkutatás előre történő pontos megtervezésével a hibák kiküszöbölhetők. Célszerű a munka folyamatábráját, hálótervét elkészíteni, a szűk keresztmetszetekre és különlegesen bonyolult részekre rámutatni. A végrehajtással megbízott szakemberek kiválasztását nagy gondossággal kell elvégezni.
- 2. A probléma megfogalmazása:** A probléma megfogalmazásának a folyamata döntő, mivel nagymértékben befolyásolja, hogy mennyire lesznek lényegesek a vizsgálat következtetései. Nehézségekkel járhat a vizsgálandó terület kijelölése. Szélesebb keretű vizsgálat csökkenti az elszigetelődés veszélyét, megkönnyíti az egész újratermelési folyamat szem előtt tartását. A feladat szűkítése viszont értelemszerűen növeli az elszigetelődés lehetőségét, melynek elkerülése érdekében a beilleszthetőség figyelemmel kísérése külön megterhelést ró a vizsgáló csoport tagjaira. Az operációkutatók arra törekednek, hogy a vizsgált problémát már ismert, kidolgozott modell segítségével oldják meg. A feladat leszűkítése erre többnyire lehetőséget biztosít, kibővítése viszont gyakran új modell felállítását igényli, ami tetemes többletmunka-ráfordítást eredményez.
- 3. A matematikai modell felépítése:** A döntéshozó problémájának megfogalmazása után, a következő fázisban a probléma át-fogalmazása kerül végrehajtásra úgy, hogy az az elemzés számára alkalmassá váljék. A hagyományos operációkutatási megközelítés olyan matematikai modell megalkotásából áll, amely a probléma lényegét tükrözi. A matematikai modellnek a probléma szóbeli leírásával szemben számos előnyük van. A probléma egész szerkezetét általában érthetőbbé teszi, alkalmas a rendszer egészének és részeinek vizsgálatára is, a modellezés könnyen megoldható számítógép segítségével. A matematikai modell megfogalmazásában lényeges lépés a célfüggvény megszerkesztése, melyet a döntési változók matematikai függvényeként fejezik ki.

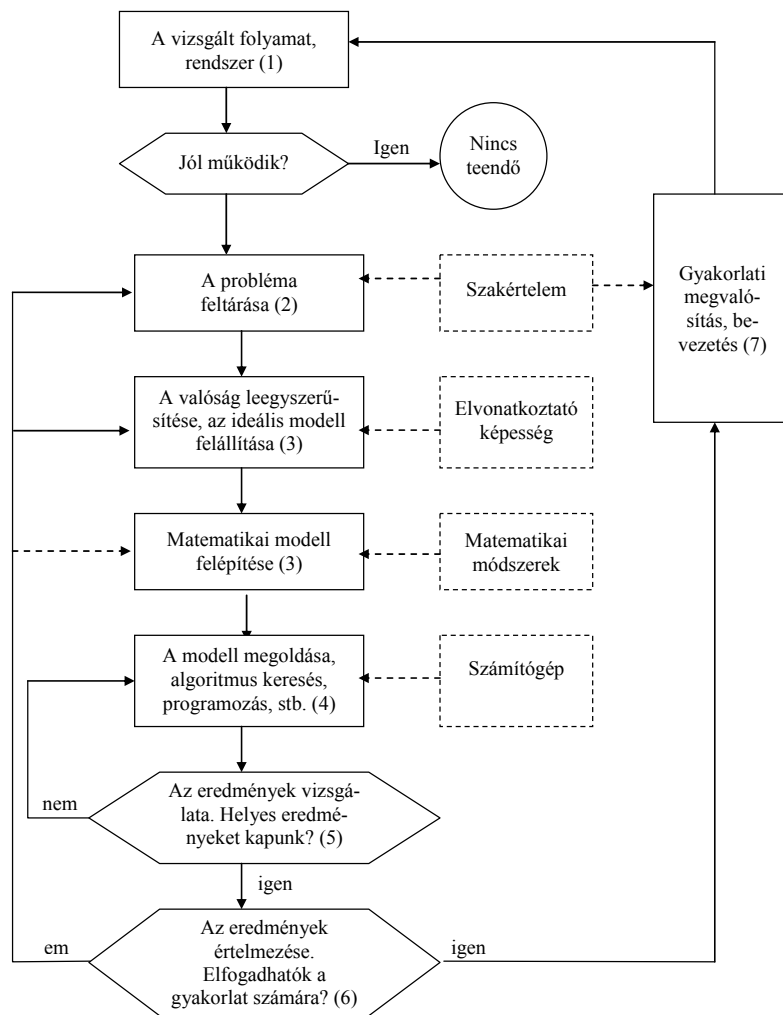
4. A modell megoldásához algoritmus keresése: Az algoritmus több azonos jellegű, egymástól csak a kiinduló adatokban különböző matematikai feladat megoldására használható eljárás, amelynek során utasításszerűen előre meghatározott számolási lépéseket kell adott sorrendben végrehajtani. Egy algoritmusról akkor mondjuk, hogy alkalmazható valamely speciális feladat megoldására, ha véges számú lépésben elvezet a probléma – legalább kielégítő pontosságú – megoldásához.

A matematikai modellek algoritmusainak csoportosítása:

- ***Formális (képletszerű) megoldások:*** A modell egyszerű matematikai képletek, formulák segítségével megoldhatók (pl. másodfokú egyenlettel). Ritkán fordulnak elő, akkor is csak egyszerűbb problémák esetében.
- ***Véges számítási eljárások:*** Az eredményt véges számítási folyamat szolgáltatja. A probléma megoldása egyértelmű, pontos. Ilyen módszer például a Gauss-féle legkisebb négyzet elve, a szimplex-módszer, stb. A számítások hosszassága, nagy időigénye gyakorlati esetekben közelítő eljárásokkal történő helyettesítést indokol.
- ***Közelítő módszerek:*** A megoldást olyan számítási folyamatciklus szolgáltatja, amely nem ad pontos, csupán közelítő eredményt. Elsősorban a különböző fokozatos közelítésű eljárások sorolhatók ide. Kellő pontosságú közelítés után a végtelen számítási folyamatot megszakítják.
- ***Heurisztikus (rávezető, kitaláltató) módszerek:*** Akkor alkalmazzák, ha a modell túlságosan komplikált. A bonyolult modell egyszerűsítése érdekében néhány elhanyagolható szempontot figyelmen kívül hagynak, illetve bizonyos adatokat becslések alapján vesznek fel, s a kapott egyszerűbb modellt algoritmizálják. Ebben a módszerben feltételezik, hogy a vizsgálatba be nem vont részterületek elhagyása a végkövetkeztetéseket valószínűen csak kismértékben befolyásolja. Jellemző a heurisztikus eljárásokra, hogy a lehetséges megoldások zömét kizárja. Ennek nyilvánvaló következménye az optimális megoldás hiánya, sőt többnyire az sem ismeretes, hogy a kapott eredmény mennyire közelíti meg az optimumot.
- ***Szimulációs eljárások:*** szimulációról lehet beszélni akkor, ha a kutató a modellel hajt végre kísérleteket. Akkor alkalmazzák, ha

sem véges, sem végtelen ciklusú számítási módszerrel nem érhető cél. A modellkísérletek számos eredményt produkálnak, melyek közül kell kiválasztani a megfelelőt. Ilyen eljárás például a Monte-Carlo technika.

5. **A modell és a belőle származó megoldás kipróbálása:** Előfordulhat, hogy egy operációkutatási csapat vagy nem kapta meg az összes valóságos, a helyzetre vonatkozó tény, vagy nem magyarázta ezeket helyesen, ennek megfelelően a megoldás sem lett valóságos, gyakorlati alkalmazhatóság korlátozott. Néha további betekintést lehet nyerni a modell érvényességébe, ha változnak a bemeneti paraméterek és/vagy a döntési változók, és ellenőrizhető, hogy vajon a modelltől kapott kimenet kézenfekvő módon változik-e. Lényeges kérdés, hogy vajon a múlt hűen mutatja be a jövőt, vagy nem. Ha nem, akkor lehetséges, hogy a modell egészen másként teljesít a jövőben, mint ahogy teljesített volna a múltban.
6. **A megoldásra vonatkozó ellenőrzések elvégzése:** Feltehető, hogy az ellenőrzések és az ezeket követő javítások egy sorozata elfogadható modellt és megoldást adott. A valóságos világban azonban a feltételek állandóan változnak. Ezért könnyen előfordulhatnak olyan változások is, amelyek érvénytelené teszik ezt a modellt. Például jelentősen változhat a bemeneti paraméterek értéke. Ha ezek az értékek megváltoznak, akkor lényeges feladat, hogy ezeket a változásokat a modell is tükrözze vissza, hogy annak megoldása a valóságot legjobban megközelítse. Gondoskodni kell a megoldás és az abból következő cselekvéssor kiigazításáról, valahányszor ilyen változás tapasztalható.
7. **Az eredmények gyakorlati megvalósítása:** Egy operációkutatási vizsgálat utolsó fázisa a végső megoldás megvalósítása abban a formában, ahogyan a döntéshozó jóváhagyta. Ez a kritikus fázis, mivel csak itt történik meg, hogy a vizsgálat haszna bebizonyosodik. Ezért fontos, hogy az operációkutatási csoport részt vegyen ennek a fázisnak az indításában, részben azért, hogy biztos lehessen benne, hogy a megoldást pontosan fordítsák le egy működő eljárásra, részben pedig azért, hogy a megoldás ekkor kiderülő hibáit megszüntethesse.



1. ábra Az operációkutatási folyamat⁵

Az előzőekben leírt munkafázisok legtöbbje számítástechnikai eszközök alkalmazásával jár együtt, beleértve a döntéstámogató rend-

⁵ Forrás: Dr. Hirkó Bálint: Alkalmazott operációkutatás 20. oldal (Tankönyvkiadó, Budapest 1985).

szereket. Az operációkutatás szorosan kapcsolódik a nagy központi számítógépek, és a személyi számítógépek használatához.

Egy vizsgálat befejezéseként az operációkutatási csoportnak célszerű világosan és annyira pontosan dokumentálni az alkalmazott módszereit, hogy a munkát meg lehessen ismételni. Ebben a munkában már teljesen kihasználhatók a számítástechnikai eszközök előnyös tulajdonságai.

Az operációkutatási vizsgálat főbb fázisainak tárgyalását befejezve hangsúlyozni kell, hogy az itt leírt „szabályok” alól számos kivétel van. Az operációkutatás természeténél fogva nagy leleményességet és újító készséget igényel, ezért lehetetlen leírni egyetlen olyan szabványos eljárást, amelyet az operációkutatási csoportoknak mindig követniük kellene. Az előző leírást célszerű olyan modellnek tekinteni, amely durván mutatja be azt, hogyan végeznek el általában egy sikeres operációkutatási vizsgálatot.

Az operációkutatás gyakorlati megvalósítása nem egyszerű feladat, a benne rejlő lehetőségek viszont nagyon sokrétűek. Ha csak az alkalmazható modellek sokszínűségét vesszük figyelembe, világosan kitűnik, hogy a logisztika bármely területét, szereplőjének tevékenységét hatékonyan tudja támogatni, a szervezeti szinttől és tevékenység mibenlététől függetlenül.

Felhasznált irodalom:

1. **Dr. Tóth Irén:** Operációkutatás I. (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 1999);
2. **Dr. Csernyák László:** Operációkutatás II. (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest 1999);
3. Operációkutatási módszerek (Novadat Kiadó, 2000);
4. **Puskás Margit:** Alkalmazott operációkutatás (Tankönyvkiadó, Budapest 1992);
5. **Dr. Hirkó Bálint:** Alkalmazott operációkutatás (Tankönyvkiadó, Budapest 1985);
6. **Szily István:** Alkalmazott operációkutatás (Tankönyvkiadó, Budapest 1988);

7. **Dr. Varga József:** Gyakorlati programozás ((Tankönyvkiadó, Budapest 1985);
8. **Dr. Szily István:** Döntéselőkészítés I.-II. (SZIF Távoktatási kézirat, 1995);
9. **Gáspár-Temesi:** Lineáris programozási gyakorlatok (Tankönyvkiadó, Budapest 1987);
10. **Wayne I. Winston:** Operációkutatás – módszerek és alkalmazások (Aula Kiadó Kft., Budapest 2003);
11. **Kristóf Tamás:** Az erőforrás- és költségtervezés jövőbeni gyakorlatának elméleti-módszertani megalapozása I-II. rész; Katonai Logisztika 13. évfolyam 3. (34.-51.o.)-4. szám (3.-26.o.), MH ÖLTP, Budapest, 2005;
12. **Dr. Prezenszki József:** Logisztika I.