

Dr. Bóna Krisztián

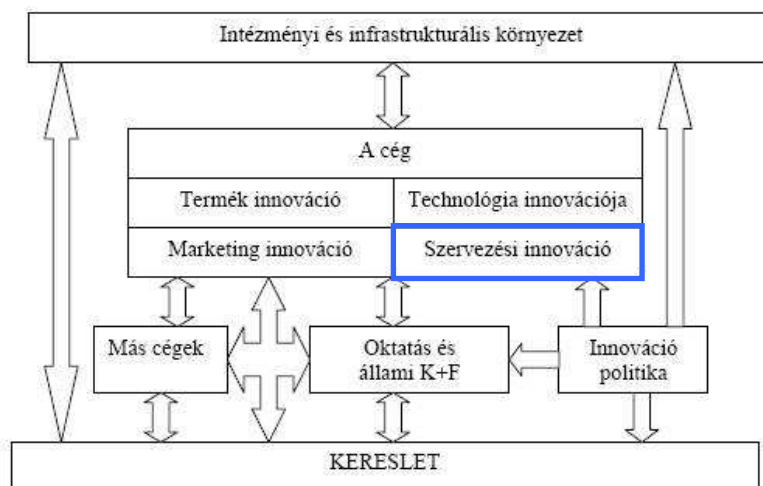
Innovatív optimumkeresési megoldások alkalmazása logisztikai folyamatok optimalálásban

Dr. Bóna Krisztián a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Karán szerzett okleveles közlekedésmérnöki diplomát, majd felvételt nyert a BME-n a Közlekedéstudományi Doktori Iskola PhD képzésére, ahol doktori (PhD) fokozatot szerzett. Jelenleg a BME Közlekedésüzemi Tanszékén dolgozik egyetemi tanársegédi munkakörben, továbbá több hazai főiskola, valamint logisztikai szakképzés meghívott oktatója. Az Adversum Tanácsadó és Szolgáltató Kft. vezető tanácsadója és szakmai vezetője, az MLBKT Tanácsadói Tagozatának vezetője. E-mail: krisztian.bona@adversum.hu ill. kbona@kku.bme.hu

A tanulmány rövid kitekintést ad olyan korszerű, de még kevésbé alkalmazott optimumkeresési eljárások gyakorlati hasznáról, mint az ún. soft computing technikák, illetve ezen belül az evolúción alapuló optimumkeresési rendszerek. Gyakorlati alkalmazási példákon keresztül mutatja be az előbb említett mesterséges intelligencián alapuló technikák használatát, a logisztikai rendszerekben stratégiai és taktikai szinten gyakran jelentkező döntési, tervezési és irányítási feladatok támogatásában. Ismerteti a logisztikai rendszerek üzemeltetésében rendkívül hasznos, újszerű megközelítésnek számító logisztikai szabályozó rendszereket, valamint a bennük rejlő megtakarítási potenciált.

1. Az innováció szerepe a logisztikai rendszerek fejlesztésében

„Az innováció egy ötlet átalakulása vagy piacon bevezetett új, illetve korszerűsített terméké, vagy az iparban és kereskedelemben felhasznált új, illetve továbbfejlesztett műveletté, vagy valamely társadalmi szolgáltatás újfajta megközelítése” (Frascati kézikönyv, 1993-96.) 19. old. Az innováció szerepe az ipari, de leginkább a kereskedelmi és szolgáltató vállalatok körében az utóbbi években meglehetősen átértékelődött. Ez nemcsak az alapvető Frascati Kézikönyv által megadott definíció kibővülését jelenti, hanem annak gyakorlati alkalmazását is. Az OECD kutatások eredményeképpen előálló új koncepció már nemcsak a klasszikus értelemben vett termék és eljárás innovációt tartalmazza, hanem a szervezési (ha úgy tetszik folyamat) és marketing innovációt is a vizsgálatok körébe vonja (1. ábra).



1. ábra: Az innovációs rendszer elemei (Forrás: Pakucs, Papanek, 2006.)

A logisztikai rendszerek fejlesztésében tulajdonképpen ez a fajta kibővülés jelentette azt az előrelépést, amelynek segítségével lehetőség nyílt az újszerű logisztikai rendszer- és

folyamatszervezési, tervezési, és nem utolsósorban üzemeltetési módszertanok gyakorlatban történő implementálására. Az innovációs lehetőségek fentebb definiált módon kiterjesztett szélesebb körű felhasználhatósága esélyt ad a vállalatok számára, hogy a rendelkezésükre álló forrásokat logisztikai témájú kutatásokra fordítsák. Ezek közül a leggyakoribbak a már meglévő logisztikai rendszerek és folyamatok korszerűsítésével kapcsolatos kutatások, ezen belül is a folyamatautomatizmusok, illetve a logisztikai rendszerek operatív irányításával kapcsolatos témakörök. Egyre gyakoribbak továbbá az új logisztikai rendszerek tervezésének módszertani megközelítéseivel kapcsolatos kutatások is, ezen belül is a rendszertervezést támogató döntési módszertanok fejlesztésének igénye jelentkezik a leggyakrabban (pl. ellátási hálózatok kialakítása).

2. Az újszerű módszerek és innovációs kutatások kapcsolata

A logisztikai rendszerek működésének optimalálásában felhasználható módszerek eszköztára, főként a számítástechnika, a számítástudomány, operációkutatás ugrásszerű fejlődéséből adódóan, az utóbbi évtizedekben meglehetősen kibővült. A teljesség igénye nélkül megemlíthető, hogy komoly eredményeket értek el a kutatók a matematikai statisztikai módszerek, a modellezés, a rendszer-szimuláció, a szabályozástechnika és az optimumkeresési módszerek területén egyaránt. Az állandó dilemma ennek ellenére fennáll, miszerint örök probléma ezeknek a módszereknek a gyakorlatba való átültetése. A tapasztalatok azt mutatják, hogy ennek feloldására az egyik leginkább preferálható megoldás az, ha innovációs kutatások keretei között mintarendszerek kifejlesztésével igazoljuk ezeknek az eljárásoknak a gyakorlati hasznosságát. Ezt tűzte ki célul az elmúlt időszakban számos olyan, elsősorban sajnos multinacionális vállalatok által támogatott alkalmazott kutatás, amelyek bebizonyították, van igény, és van létjogosultsága a piacon a korszerű módszertanok alkalmazásának. Terjedelmi korlátokból adódóan a cikkben azonban példaként csak két olyan alkalmazási részterületre tekintünk ki, amely igen meggyőző eredményeket szolgáltatott.

2.1. A szimuláció és a soft computing technikák¹ alkalmazása

A logisztikai rendszerek tervezésének és üzemeltetésének állandó velejárója a folyamatos optimumkeresési igény. Stratégiai és taktikai szinten egyaránt számos komplex döntési problémával találkozhatunk. Ezek megoldásához folyamat-specifikus, sok esetben szabályozó rendszerekbe integrálható (lásd 2.2 fejezet) döntési modelleket kell felépíteni. Egy ennek megfelelő korszerű döntési modell a döntési változók rendszeréből, egy működési

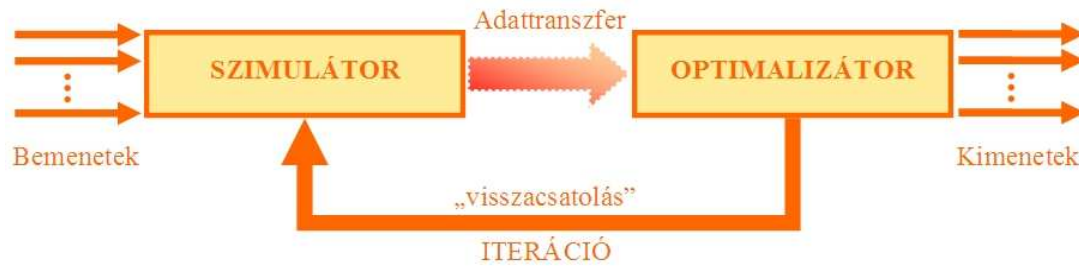
¹ Ezeket az eljárásokat összefoglaló nevükön szokás „lágy” számítási eljárásoknak nevezni.

feltételrendszerből, egy célfüggvény-rendszerből, egy folyamatmodellből, továbbá megfelelően megválasztott optimum-kereső algoritmus(ok)ból épül fel (Bóna, 2007.). Egy ilyen feltételrendszernek megfelelő döntési modell kidolgozása megfelelő „eszközök” nélkül tulajdonképpen esélytelen. Szükség van tehát olyan módszerekre, amelyekkel ezek az igények hatékonyan kielégíthetők. A „hatékony” kifejezés jelen esetben azt jelenti, hogy egyrészt az optimumkeresési feladatok nemlineáris jellegéből, bonyolultságából, másrészt sok esetben bizonytalanságából adódó modellezés rendkívül nagy ráfordítás (idő és költség) igénye, továbbá a sokszor kivárhatatlan optimumkeresési idő kezelhetővé, kiküszöbölhetővé váljon. A kutatások azt bizonyították, hogy erre a célra a szimulációs modellezés és a soft computing technikák kiválóan alkalmazhatók.

A *szimulációs eljárásokat* nem szükséges különösképpen bemutatni, hiszen igen régóta az alkalmazott kutatások eszköztárának talán leghatékonyabb eljárásai közé tartoznak. Alkalmazásukat a logisztikai jellegű optimumkeresési feladatok esetében az állandóan változó, nemlineáris és bizonytalan környezet, valamint az összetett rendszerműködés és folyamatok okozta problémák indokolják. Segítségükkel, egy jól felépített szimulációs modellben tulajdonképpen az összes lényegi rendszerállapot leképezhető, az állapotjellemzők vizsgálhatók.

A *soft computing technikák* családfája igen nagy és egyre bővül, definíciójuk nehezen meghatározható. Tulajdonképpen olyan optimumkereső ún. „lágymű” számítási eljárásokat sorolnak ebbe a kategóriába, mint a fuzzy halmazelméleten alapuló rendszerek, az evolúciós módszerek, a neurális hálózatokon alapuló technikák stb. Ezek a módszerek viszonylag egyszerű matematikai elveken alapulnak, legnagyobb előnyük a derivált-mentes gondolkodás, továbbá hatékonyságuk abban az esetben is megfelelő, ha a nincs elég kiinduló adat az optimalizálási feladatok elvégzéséhez, vagy bizonytalan az optimalizáláshoz felhasznált információ. Közös jellemzőjük, hogy valamiféle mesterséges intelligencián alapuló megközelítést alkalmaznak a keresési téren való „mozgás” irányításához. Az evolúciós, azaz a természetes kiválasztódás elve alapján működő módszerek családjába tartozik az ún. *genetikus algoritmus (GA)*. A GA egy globális optimalizáló eljárás, amely az optimumkeresési feladat adott célfüggvény(ek) szerinti lokális optimumai közül a legjobbat keresi meg. A módszer fő előnye, hogy széles körben alkalmazható, általában nem használ területfüggő tudást, így akkor is működik, ha a feladat struktúrája kevésbé ismert. A GA a keresési tér összes lehetséges pontját egy génsorozattal reprezentált egyedként értelmezi, amely az optimumkeresési probléma egy adott lehetséges megoldását jelenti. Így tehát az algoritmus a rátermettség (fitness) alapú szelekció után, a rekombinációval és mutációval

előállított egymást követő populációkban a keresési tér minél rátermettebb egyedeit hivatott felfedezni.



2. ábra: A szimulációval támogatott optimumkeresés elve (Forrás: saját szerkesztés)

Az előbb bemutatott eljárások előnyös tulajdonságai adták tulajdonképpen az ötletet olyan, a logisztikai rendszerek működésének optimalálásában is használható optimumkereső rendszerek kifejlesztésére, amelyekben egy célspecifikusan felépített szimulátort egy olyan korszerű, GA alapú optimumkereső motorral kapcsolunk össze, amely a szimulációs futtatások által reprezentált keresési téren, a szimulátort kvázi folyamatosan irányítva hajtja végre az optimumkeresési feladatokat (2. ábra). Ez a *szimulációval támogatott optimumkeresés* alapelve. Egy erre vonatkozó gyakorlati példát a 3.1 fejezet mutat be.

2.2 Logisztikai szabályozó rendszerek

A logisztikai rendszerek operatív üzemeltetésének optimalálásával összefüggésben előkerül egy rendkívül lényeges probléma: a rendszer-és folyamat kontrolling kérdése. A klasszikus kontrolling feladatok támogatására már viszonylag régóta léteznek különböző informatikai rendszer megoldások. Sok esetben tapasztalható azonban, hogy a viszonylag „robotosabb” megközelítést igénylő, a logisztikai rendszerekben gyakorta előforduló rendszer- és folyamat kontrolling feladatok nem, vagy csak meglehetősen csekély mértékben támogatottak. Az igények alapján bebizonyosodott, hogy a logisztikai folyamat kontrolling feladatokat új megközelítésben célszerű vizsgálni. A cél már nem csupán a folyamat hatékonyság „kimutatása”. Egyre nagyobb az igény olyan, az operatív logisztikai feladatok optimalálását támogató szabályozó rendszerek kifejlesztésére, amelyek már jóval túlmutatnak a klasszikus kontrolling rendszereken. Ebben az esetben a feladat tehát nem csupán a rendszer működésének hatékonyságát jellemző alapvető mutatószámok, fajlagos paraméterek előállítása, hanem egy, a fentebb bemutatott modellezési, optimumkeresési eljárások működési logikájával összhangban felépített szabályozó rendszer megvalósítása. Bizonyos esetekben olyan megoldást kell nyújtani, amely az előbb definiált optimumkeresés után kvázi automata módon a beavatkozó paraméterek módosításán keresztül irányítani képes a logisztikai rendszert. Az igények azonban azt mutatják, hogy leginkább olyan logisztikai

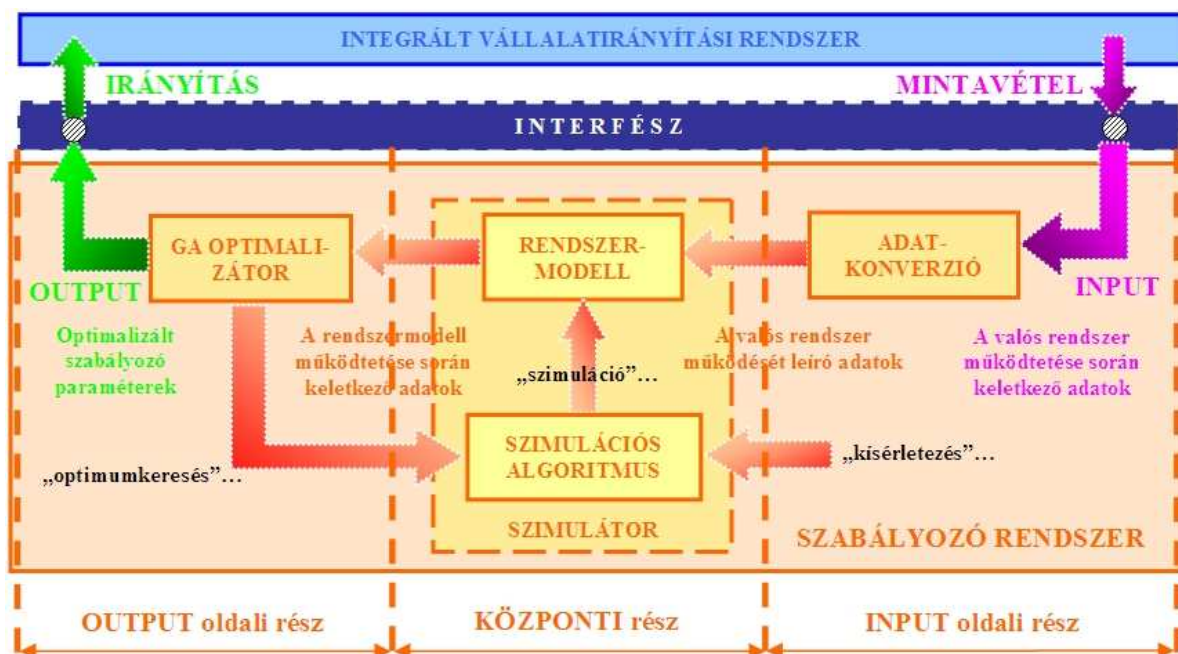
szabályozó rendszerek létrehozására van kereslet, amelyek kvázi félautomata jelleggel egyfajta döntéstámogatást nyújtanak a döntéshozók, folyamatirányítók számára.

3. Az innovációs kutatások eredményei

Több példát is lehetne említeni a kifejlesztett teszt alkalmazások tekintetében. A fejezet célja az érdeklődés felkeltése végett a teljesség igénye nélkül rámutatni két releváns megoldásra.

3.1 Készletszabályozó rendszer kifejlesztése az ital-nagykereskedelemben

Az ADVERSUM Kft. gondozásában végzett, az ital-nagykereskedelem raktározási és készletezési gyakorlatát vizsgáló, annak optimalizálási lehetőségeit feltáró innovációs kutatás eredménye egy szimulációval támogatott GA-on alapuló adaptív, dinamikus készletszabályozó rendszer kifejlesztése. A rendszer kifejlesztése egy közel 4 éves kutatás eredménye, amellyel az előzetes becslések alapján 10-20%-os megtakarítás lenne elérhető. A rendszer egy vállalatirányítási rendszerhez kapcsolódva integrált szigetrendszerként működik. Tartalmazza mindazt a tudást, amely a készletezési, rendelésütemezési feladatok gyakorlatára az ágazatban jellemző, operatív döntéstámogató, fél-automata rendszerként működik. A rendszerben integrálásra kerültek egy ún. EOQP² és egy DISP³ modell, amelyekben az optimumkeresési feladatokat egy bináris és egy valós számábrázolású genetikus optimalizátor látja el. A rendszer koncepcionális felépítését a 3. ábra mutatja be.



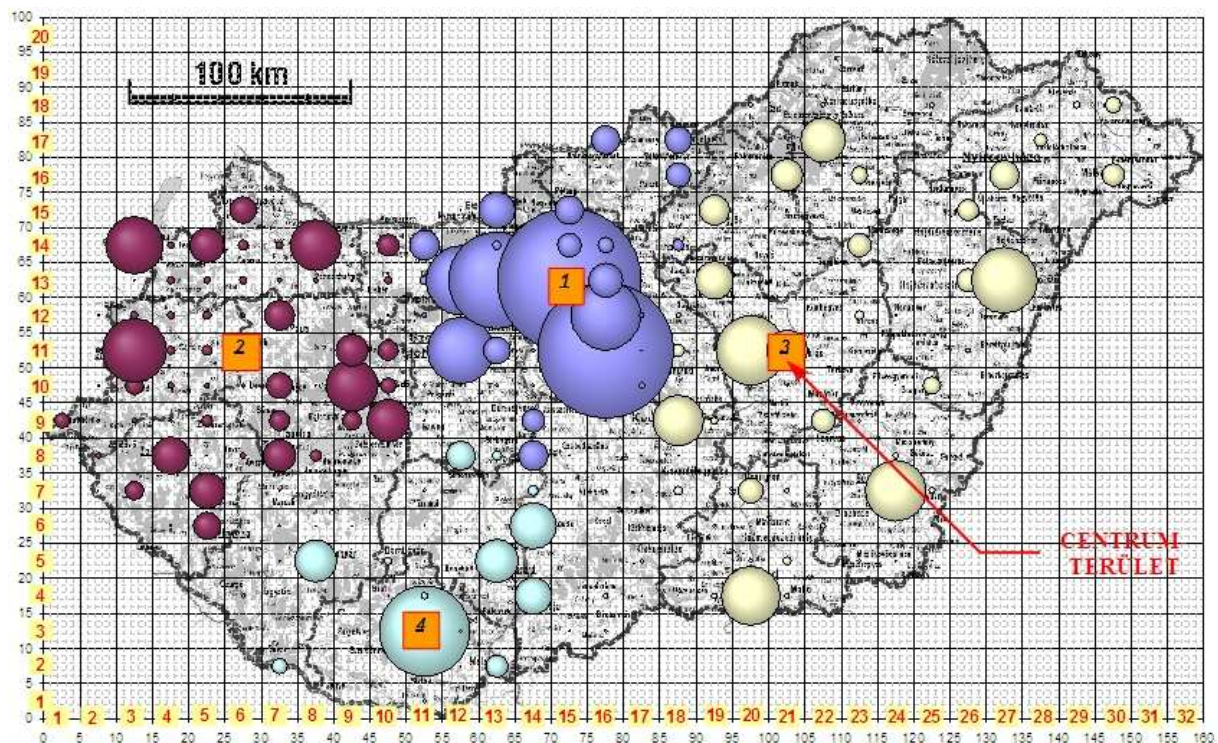
3. ábra: Az adaptív dinamikus készletszabályozó rendszer koncepciója (Forrás: Bóna, 2007.)

² EOQP = gazdaságos rendelési téteknagyság problémáját kezelő

³ DISP = diszpozíciós problémát kezelő

3.2 Ellátási hálózati struktúra optimalítása GA alkalmazásával

Szintén az ADVERSUM Kft. gondozásában végzett innovációs kutatás eredménye egy, a multinacionális vállalatok ellátási hálózatoptimalizálási problémáinak kezelésére kifejlesztett ún. hibrid GA-on alapuló döntéselőkészítő megoldás. Az alkalmazás feladata megbirkózni egy olyan összetett kérdéssel, miszerint előre definiált területen, adott, geokódolt keresleti intenzitást feltételezve, hány körzetbe érdemes az igényeket sorolni, az egyes körzetekbe mekkora kapacitású raktárt kell telepíteni, valamint ezek között milyen strukturális kapcsolatot célszerű létesíteni úgy, hogy az összesített logisztikai (raktározási és szállítási) költség minimalizálható legyen. A rendszer által generált optimális megoldás egy négykörzetes rendszer esetében a 4. ábrán látható.



4. ábra: Egy négykörzetes centrumkeresési probléma optimális megoldása (Forrás: Bóna, Duma, 2007.)

Összegzés

Egy vállalat „logisztikája” profiltól függően több részterület, illetve ebből adódóan igen összetett folyamatok, és feladatok összessége lehet. Stratégiai, taktikai és operatív szinten számos olyan döntési, folyamatirányítási problémával találkozhatunk, amelyek gyakorlati megközelítésében a bemutatott szemléletmód igen hasznosnak bizonyulhat. Egyre inkább bebizonyosodni látszik, hogy a logisztikai szabályozó és operatív irányítási rendszerek területén elért eredmények, az optimalizáló módszerek további fejlesztése, terjesztése,

gyakorlati implementációja tulajdonképpen olyan kitörési lehetőség, amely újfajta megközelítésbe helyezheti a logisztikai rendszerekben alkalmazott üzleti intelligencia megoldásokat is.

Irodalom

- [1.] Frascati kézikönyv – OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), 1993-96.
- [2.] Pakucs J., Papanek G. (szerk.): Innováció menedzsment kézikönyv, Magyar Innovációs Szövetség, Budapest, 2006.
- [3.] Bóna K.: Készletezési rendszerek és folyamatok korszerű optimalizálási módszerei, eljárásai, BME, PhD értekezés, Budapest, 2007.
- [4.] Bóna K., Duma L.: Az ellátási hálózati struktúra optimalásának újszerű megoldásai és tanulságai multinacionális termelővállalatok esetében, Magyar Mérnökakadémia, Innováció és fenntartható felszíni közlekedés konferencia, Budapest, 2007.