



Kísérlet gazdasági potenciálon-számításon alapuló lokális döntések alkalmazására egy keverési folyamat kétrétegű háló modelljében

Lehőcz G., Gudlin Gy., Csukás B., Bánkuti Gy.

Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Munkánkban a Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézetében kifejlesztés alatt álló új szoftvertechnológiai módszer (Csukás és Bánkuti 2003a, 2003b) felhasználását tanulmányoztuk tárolásokból, valamint diszkrét és folytonos változásokból (vétél, feldolgozás, eladás) felépülő folyamatok dinamikus szimuláción alapuló tervezésére, illetve irányítására. A példafeladatot és az adatokat egy korábban vizsgált (Csukás et al. 2001, Bóity et al. 2001), növénytermesztést, takarmánykeverést és állattenyésztést folytató mezőgazdasági üzem takarmánykeverő rendszeréből vettük, egyúttal a rendszer hosszabb távú tervezése (planning) helyett áttértünk az ütemezés (scheduling) szintű részletes modellre. Elkészítettük a (matematikai/informatikai szempontból hibrid automataként értelmezhető (Bánkuti és Csukás, 2003)) modell generikus kétrétegű háló leírását, és az ennek megfelelő input adatbázist. A modellben lehetőséget biztosítottunk a kiadásokból származó költségek, illetve a bevételekből eredő igény mérték rendszeren belüli részletes követésére is. Az (egyelőre egyszerű, ezért áttekinthető és könnyen kiértékelhető) esettanulmányokban azt vizsgáltuk, hogy miként lehet lokális döntések meghozatalára hasznosítani az egyes alternatív, illetve konkurens tevékenységekben szereplő tárolókhöz rendelt költségek és igény mértékek alapján számított gazdasági potenciált. A szimulációs eredmények ismeretében megállapítottuk, hogy a generikus, kétrétegű háló modellen alapuló programozási módszer jól alkalmazható a szóban forgó diszkrét / folytonos, hibrid modellek leírására. Ugyanakkor biztató tapasztalatokat szerezünk a költségek, illetve igény mértékek részletes szimulációs követésén és a lokális gazdasági potenciálok összehasonlításán alapuló lokális döntések alkalmazásáról. Ez a módszer egy érdekes megoldást körvonalaz a nagy méretű „supply / demand chain” típusú problémák kezelésére is (Kulcsszavak: ütemezés, keverési probléma, lokális döntések, gazdasági potenciál, a generikus kétrétegű háló modell alkalmazása)

ABSTRACT

Experiment of Using Local Economic Potential Based Decisions for a Mixing Process by the Generic Bi-Layered Net Model

G. Lehőcz, Gy. Gudlin, B. Csukás, Gy. Bánkuti

University of Kaposvár, Institute of Mathematics and Information Technology, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Generic Bi-layered Net (Csukás and Bánkuti 2003a, 2003b) based software technology, developed for the Direct Computer Mapping of process models at the Institute of

Mathematics and Information Technology, University of Kaposvár, has been applied for the dynamic scheduling of a fodder mixing plant. The studied system is a typical example for a process, consisting of a network, built from storage volumes, as well as from discrete and continuous transportations and transformations (purchase, processing, transport, sale). The actual example for the simulation based investigation has been developed for an agricultural farm (Csukás et al. 2001, Bóity et al. 2001), containing cultivation, fodder mixing and pig-breeding. The formerly developed simplified, simulation based planning model has been changed for a detailed dynamic scheduling one. In this application the Generic Bi-layered Net model is used for the description of a hybrid automaton (Bánkuti and Csukás, 2003). The detailed structural model and the respective dynamic database have been described. In addition to the balance calculation we prepared the model also for the detailed dynamic simulation of the measures of demand and costs, coming from the sales, as well as from the purchases and processing, respectively. In the (for the time being simplified and plausible) case study, we investigated the possibility of the cooperative local decisions about the alternative and/or concurrent elementary processes, based on the economic potential, calculated from the summarized changes in the cost and in the measure of demand, associated with the respective storage volumes. The “possibility space” of the model is determined by the alternative purchases and sales, as well as by the concurrent mixing receipts, realizable in the single mixing equipment. The complexity of the system is increased by the possible sales of the raw materials of own production and, by the consumption of mixed products from other firms. According to our experiences the method tends to select the locally advantageous suboptimal solutions for each subsystem. A natural cooperativity is evolving in the system, because the same storage volumes are connected with various elementary processes that results in the overlapping of the neighboring local subgoals. The essence of this kind of cooperative architecture is that the functionally connected parts of the process are forced to develop such suboptimal states that allow developing the suboptimal configuration also for their neighbors. Based on our investigation it is obvious that the Generic Bi-layered Net model gives an adequate representation of the logistical processes involving discrete and continuous elements, while the method makes possible the dynamic accounting of the costs and measures of demand, associated with the storage volumes. The main conclusion is that with the knowledge of the cost- and measure of demand modifying effects of the alternative and/or concurrent processes we can make suboptimal cooperative local decisions based on the comparison of the respective economic potentials.

(Keywords: Scheduling; Mixing problem; Local decisions; Economic potential; Application of Generic Bi-layered Net model)

BEVEZETÉS

Sokfajta termelő, feldolgozó és elosztó (logisztikai) rendszer modellezhető tárolók és a tárolók között értelmezett tevékenységek időben változó struktúrájú hálózatával. A tevékenységek átalakítások vagy szállítások lehetnek. A vételek, feldolgozások és eladások egy része állandóan elérhető erőforráshoz tartozik, míg más tevékenységek ugyanazon erőforrásokat (például: teherautókat, feldolgozógépeket) használják. Ez utóbbi esetben ütemezni kell az egymással konkuráló tevékenységeket. Az alternatív és konkurens tevékenységek következtében a tervezés, majd az ezt követő megvalósítás és irányítás fázisában is sok lehetőségből kell kiválasztani az egy vagy több szempontból kedvező (optimális illetve szuboptimális) megoldást.

A világon jelenleg elterjedt módszerek nagy része az ún. globális optimum számításán alapul. Ugyanakkor a természetes folyamatokhoz hasonlóan, elvileg lehetőség van a szuboptimális megoldások gyors kifejlesztését biztosító kooperatív jellegű lokális döntések alkalmazására is. A szokásos megközelítésnél generáljuk a lehetséges megoldásokat és rendre meghatározzuk a globális célfüggvény értékeket, majd ezek ismeretében törekszünk a kedvező megoldások kiválasztására (Csukás és Balogh, 1998). A bonyolult természetes rendszerek ezzel szemben mindig lokális döntéseken alapulva működnek, mivel a teljes rendszer áttekintése (például a metabolikus folyamatok esetében) megoldhatatlan lenne. Munkánkban az előzőekben körvonalazott logisztikai rendszerek (Csukás et al., 2001; Bóity et al., 2001) esetében kíséreltük meg ennek a megközelítésnek az alkalmazását. A korábban vizsgált teljes mezőgazdasági üzem struktúrából a keverőt emeltük ki (1. ábra).

1. ábra

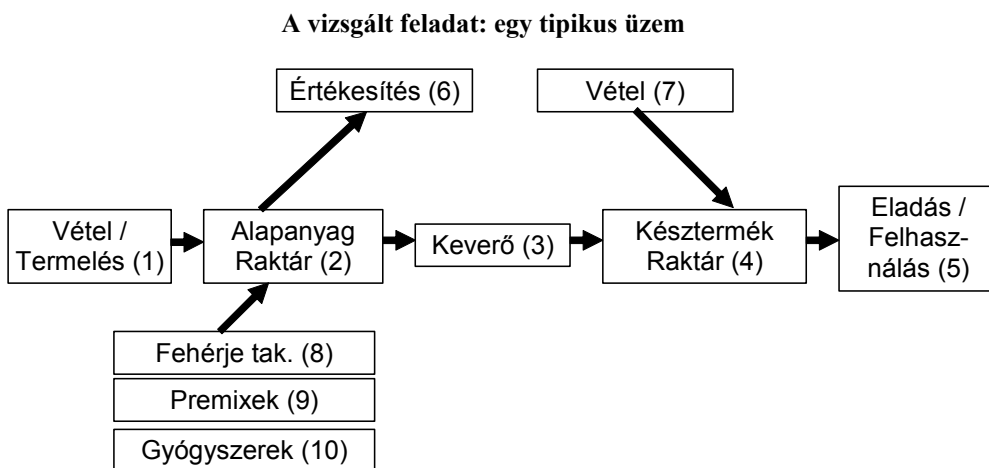


Figure 1: Problem to be solved: a typical farm

Purchasing/Production(1), Input Material(2), Mixer(3), Output Material(4), Sale/Consuming(5), Purchases(6), Sales(7), Protein fodder(8), Premixes(9), Medicines(10)

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az alkalmazott szimulációs módszer

A tárolásokból és változtatásokból (szállításokból és átalakításokból) felépített folyamatokat a Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézetében kifejlesztett és kutató generikus kétrétegű háló modellel (Csukás és Bánkúti, 2003a; 2003b) írjuk le. A 2. ábrán látható illusztrációnak megfelelően a modell úgynevezett passzív elemei az állapotokat, aktív elemei pedig a változásokat írják le. Ezen építőelemeket valamennyi hozzájuk tartozó adattal és programmal együtt egy, a különféle folyamatok számára kifejlesztett közös dinamikus adatbázis kétféle elemére képezzük le. Az elemeket egy általános rendeltetésű mag (kernel) program kezeli és ezen alapul a különféle időben változó struktúrájú folyamatok dinamikus szimulációja, valamint a szimulációval segített tervezése és szabályozása.

2. ábra

Az alkalmazott szimulációs módszer, a generikus kétrétegű háló modell

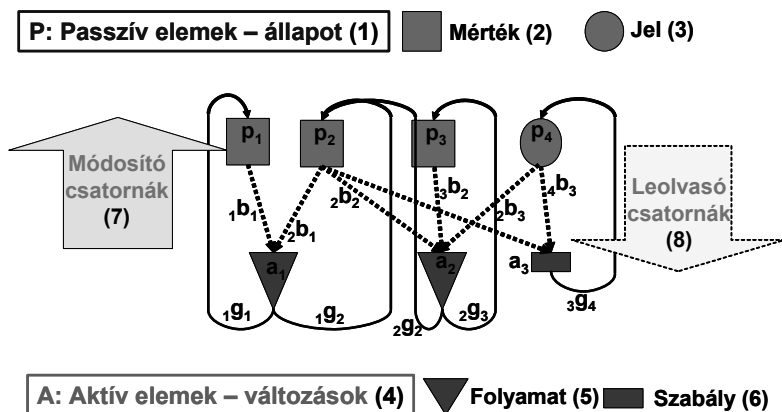


Figure 2: The Used Simulation Method, the Generic Bi-layered Net Model

Passive Elements - State(1), Measure(2), Sign(3), Active Elements - Changes(4), Transition(5), Rule(6), Modifying Channels(7), Reading Channels(8)

A generikus szimulátor egy (pl. EXCEL) input állományban rögzített adatokból generálja a folyamatot leíró ún. strukturális modell passzív mérlegelemeit és jeleit, valamint aktív elemi változásait és szabályait. A szimuláció a közvetlenül egy dinamikus adatbázisra leképezett aktív folyamatok kiszámításán, illetve a passzív mérlegelemek elszámolásán, illetve felülírásán alapul. A modell lényege a valamennyi megmaradási és információs folyamatot azonos adatszerkezettel leíró állapot és változás elemek közötti visszacsatolás. A szimuláció az előírt szempontok szerinti értékeléssel zárul.

Jelen munkában, a bevezetésben említett célkitűzés figyelembevételével, a módszert kiegészítettük a költségek és igény mértékek nyilvántartásával, valamint az egyes vételek, eladások és átalakítások összes költség- és igény mérték változási vonzatának követésével. Az adatbázisban minden tárolót az aktuális tömeggel, költséggel és igény mértékkel jellemezzük (ez utóbbi adat lényegében az adott anyagra vonatkozó „kereslet” kifejezője). Az egyes tárolókhöz rendelt költségek, igény mértékek és feltételek, valamint az egyes tevékenységek költség- és igény mértékmódosító hatását figyelembe véve azzal kísérleteztünk, hogy miképpen lehet lokális (azaz az alternatív vagy egymással konkuráló tevékenységosztályokhoz tartozó) döntéseket hozva, kedvező megoldásokat generálni. Az egyes tárolókhöz tartozó fontosabb adatok a következők: a tárolt anyag tömege; a tárolt anyag költsége; a tárolóhoz tartozó aktuális igény mérték; a tároló szintjének megítélési függvénye (pl. egy trapezoidális fuzzy szám négy karakterisztikus pontja, amelyek rendre a minimális, az elvárt alsó, az elvárt felső és a maximális szintet határozzák meg); a fajlagos tárolási költség; az esetleges romlásból származó fajlagos árcsökkenés.

A tevékenységeknek a jelenleg vizsgált példákban három fajtája van, amelyek rendre a vétel, az eladás és a szakaszos illetve folyamatos feldolgozás. Valamennyi tevékenység adott időpontokhoz, vagy időintervallumokhoz köthető. A vételekhez és az eladásokhoz javasolt névleges tömegek tartoznak, az alternatív (egymást helyettesítő) vételeket és eladásokat osztályokba sorolva tüntetjük fel. A szimulációnál a vétel és az

eladás a megfelelő tárolók közötti mennyiség illetve az ezzel járó költség transzportjával modellezzük, miközben az igény mérték ezzel ellentétes irányban és előjellel módosul. A feldolgozások jellemzői a következők: folyamatos feldolgozásnál a feldolgozási sebesség és a minimális időtartam, szakaszos feldolgozásnál az adag mérete és a feldolgozás időtartama; a feldolgozást végző egység (például takarmánykeverő) azonosítása; valamint a feldolgozás fajlagos költsége; a feldolgozás receptje, amely leírja, hogy a belépő anyagokat milyen arányban vesszük az egyes tárolókból, illetve milyen arányban helyezzük el az egyes terméktárolókban.

Több kiindulási anyag és termék esetén, a feldolgozás költségével növelt input érték összeget a igény mértékek arányában osztjuk el az output tárolókhoz rendelt költség jellemzők között. Fordítva, az output tárolók által fizetett igény mértéket („árat”) az input tárolókhoz tartozó költségek arányában osztjuk el az input tárolókhoz rendelt igény mérték jellemzők között.

Az alkalmazott algoritmus lényege az, hogy minden olyan tevékenységi ponton, ahol egymást helyettesítő vagy egymással konkuráló lehetőségek vannak lokálisan kiszámoljuk az összes változás következményét és azt a változást hajtjuk végre, amelyre nézve a kapcsolódó tárolókban a igény mérték és a költség különbségének összege (azaz az elemi folyamat P_k gazdasági potenciálja) maximális.

$$P_k = \sum_k (\Delta_i I_k - \Delta_i K_k) + (\Delta_o I_k - \Delta_o K_k) := \max$$

ahol: $\Delta_i I_k$ és $\Delta_i K_k$ illetve $\Delta_o I_k$ és $\Delta_o K_k$ rendre az igény mérték és a költség megváltozása a k-adik elemi folyamat által érintett input illetve output tárolókba.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A 4. ábrán a kétrétegű modell tárolóit körökkel, tevékenységeit vonalakkal ábrázoltuk (a körökben és bal indexben, e: eladó, i: input, o: output, v: vevő). Valamennyi tárolóhoz egy mennyiség (M), egy költség (K) és egy igény mérték (I) tartozik. A keverést a teljesítmény (E), az adott feldolgozás üzemideje (τ), és a keverési többletköltség (ΔK), valamint a receptura által meghatározott sztöchiometriai koefficiensek (m) jellemzik. Az ábrán vastag vonallal jelölt keveréshez tartozó tömeg-, költség- és igény mérték számítás egy részletét egyenletekkel is illusztráltuk (5. ábra). A 6. ábrán az egyes tartályokhoz rendelt fuzzy jellegű megítélési függvényre mutatunk be példát.

Ez a kis modell is illusztrálja azt a mezőgazdasági üzemekben tipikus esetet, hogy az alapanyagok alternatív vétele és a termékek alternatív eladása mellett gazdaságilag kedvező lehet a saját termelésű, illetve vásárolt alapanyagok eladása, vagy a kész takarmányok megvásárlása is. A tervezési, vagy üzemeltetési feladat megoldását nehezíti, hogy bizonyos erőforrások (jelen esetben a keverő) használatán több lehetséges konkurens folyamat osztozik. Kísérletünk arra irányult, hogy miként lehet az alternatív és konkuráló tevékenységek ütemezését a lokálisan számított gazdasági potenciál segítségével meghatározni. A 7. és 8. ábrán azt mutatjuk be, hogy miként választunk egy konkrét döntési ponton két lehetséges variáció közül.

A 9. ábrán azt illusztráltuk, hogy négy lehetséges takarmány keverése és folytonos felhasználása illetve időközönkénti vásárlása esetén hogy változik a megfelelő output tartályokban lévő mennyiség. A diagrammok elemzése alapján megállapítható, hogy a keverő a fizikai korlátokat, az előírt gyártási időket és az egyes termékek előállításának gazdasági potenciálját követve hogyan váltogatja a termelt anyagokat. Megjegyezzük, hogy a 2-es és a 4-es számú takarmány jár a legnagyobb gazdasági haszonnal.

4. ábra

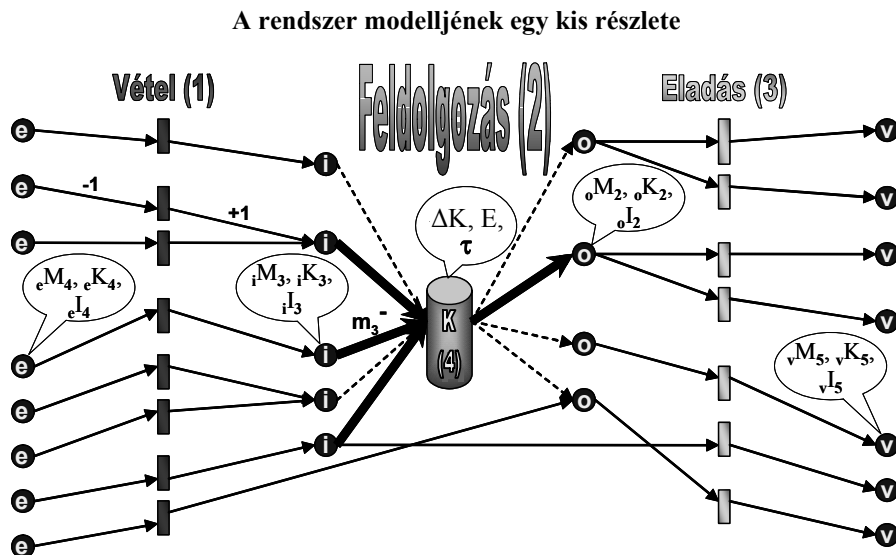


Figure 4: Closer View of the Fodder Subsystem

Purchasing(1), Processing(2), Sale(3), Mixer(4)

e: Vendor, *i*: Input, *o*: Output, *v*: Customer, *M*: Weight, *K*: Cost, *I*: Measure of Demand, *τ*: The time of the Process, *E*: Production Rate, *m*: Stoichiometric Coefficients

5. ábra

Az alkalmazott összefüggések gazdasági potenciál lokális döntéshez

$$\Delta_i M_3 = -m_3^- \cdot \Delta M$$

$$\Delta_i K_3 = -m_3^- \cdot k_3 \cdot \Delta M$$

$$\Delta_i I_3 = \Delta_o I_2 \cdot \frac{k_3}{\sum_j K_j}$$

$$\Delta_o M_2 = \Delta M$$

$$\Delta_o K_2 = \sum_j k_j \cdot m_j^- \cdot \Delta M + \Delta K$$

$$\Delta_o I_2 = -\Delta M \cdot I_2$$

$$P_n = \sum_n (\Delta_i I_n - \Delta_i K_n) + (\Delta_o I_n - \Delta_o K_n) := \mathbf{max!}$$

n – edik elemi folyamatra

Figure 5: The Algorithm of the Economic Potential Based Local Decisions

M: Weight, *K*: Cost, *I*: Measure of Demand, *m*, *k*: Stoichiometric Coefficients, *P*: Economic Potential for Each Elementary Process *n*

6. ábra

A tárolási korlátok figyelembevétele: a tárolók szintjének megítélési függvénye

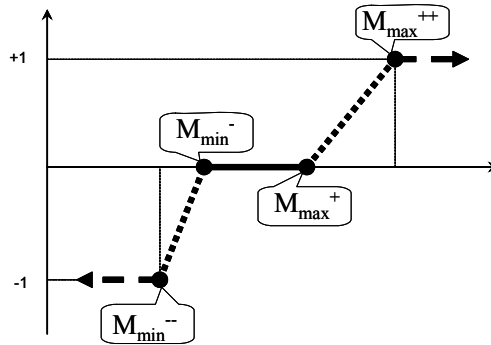


Figure 6: The “Fuzzy” Evaluating Function, Characterizing the Storages

M: Weight/Volume

7. ábra

Egy konkrét döntési pont I. recept(60:40%)

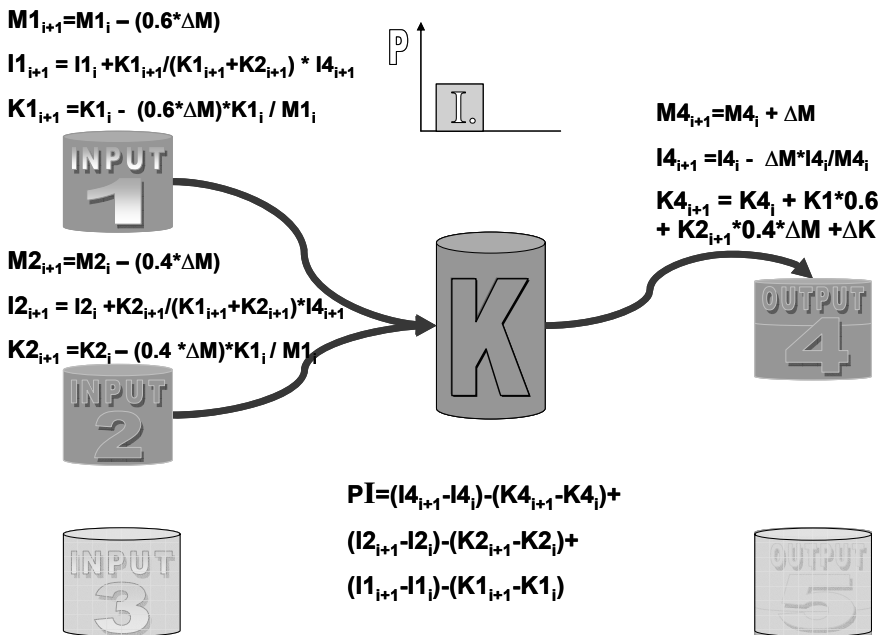


Figure 7: A Concrete Decision Situation, Recipe I.(60:40%)

M: Weight, *K*: Cost, *I*: Measure of Demand, *P*: Economic Potential, *K*: Mixer

8. ábra

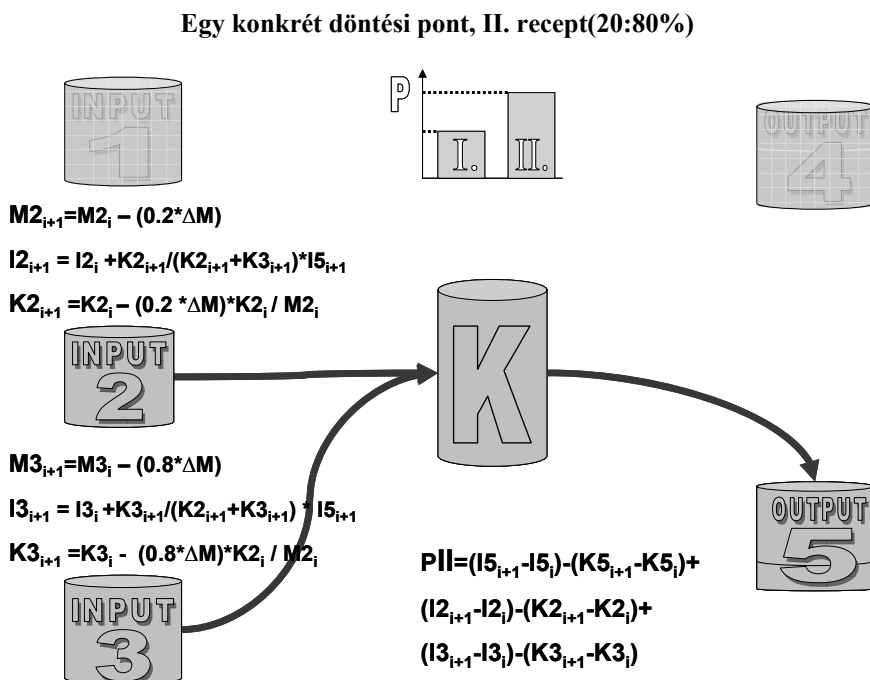


Figure 8: A Concrete Decision Situation, Recipe II. (20:80%)

M: Weight, K: Cost, I: Measure of Demand, P: Economic Potential, K: Mixer

A vizsgált példákba alternatív vételi és eladási lehetőségeket építettünk be és a korlátozott számú keverő egység számára több lehetséges keverési receptet adtunk meg. A rendszert a valóságban is tovább bonyolítja a saját termelésű anyagok lehetséges értékesítése, illetve egyes kész takarmányok lehetséges vásárlása. A szimulációs vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az alkalmazott algoritmus minden döntésnél törekszik a lokálisan gazdaságilag kedvező megoldás kiválasztására. Ugyanazok a tárolók különböző alternatív és/vagy konkurens tevékenységek input és output elemei lehetnek, ami egyfajta természetes kooperativitást alakít ki a módszer alkalmazásánál. A kooperativitás lényege az, hogy minden tevékenységet a saját környezetében lévő tárolókon keresztül értékelünk, ugyanakkor ezek a tárolók, átfedő módon, más tevékenységek értékeléséhez is hozzájárulnak. Ennek a fajta kooperativitásnak a szemléletes magyarázata az, hogy a funkcionálisan összekapcsolódó folyamatokat olyan irányba alakítjuk, hogy a velük kapcsolódó folyamatok is kedvező konfigurációt tudjanak megvalósítani.

KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataink alapján megállapítható, hogy a generikus kétrétegű háló modell jól alkalmazható a diszkrét és folytonos elemekből felépített, változó struktúrájú logisztikai rendszerek leírására, és ezen belül az elemi tárolásokhoz és tevékenységekhez tartozó költségek és igény mértékek dinamikus követésére.

9. ábra

Példa az eredményekre

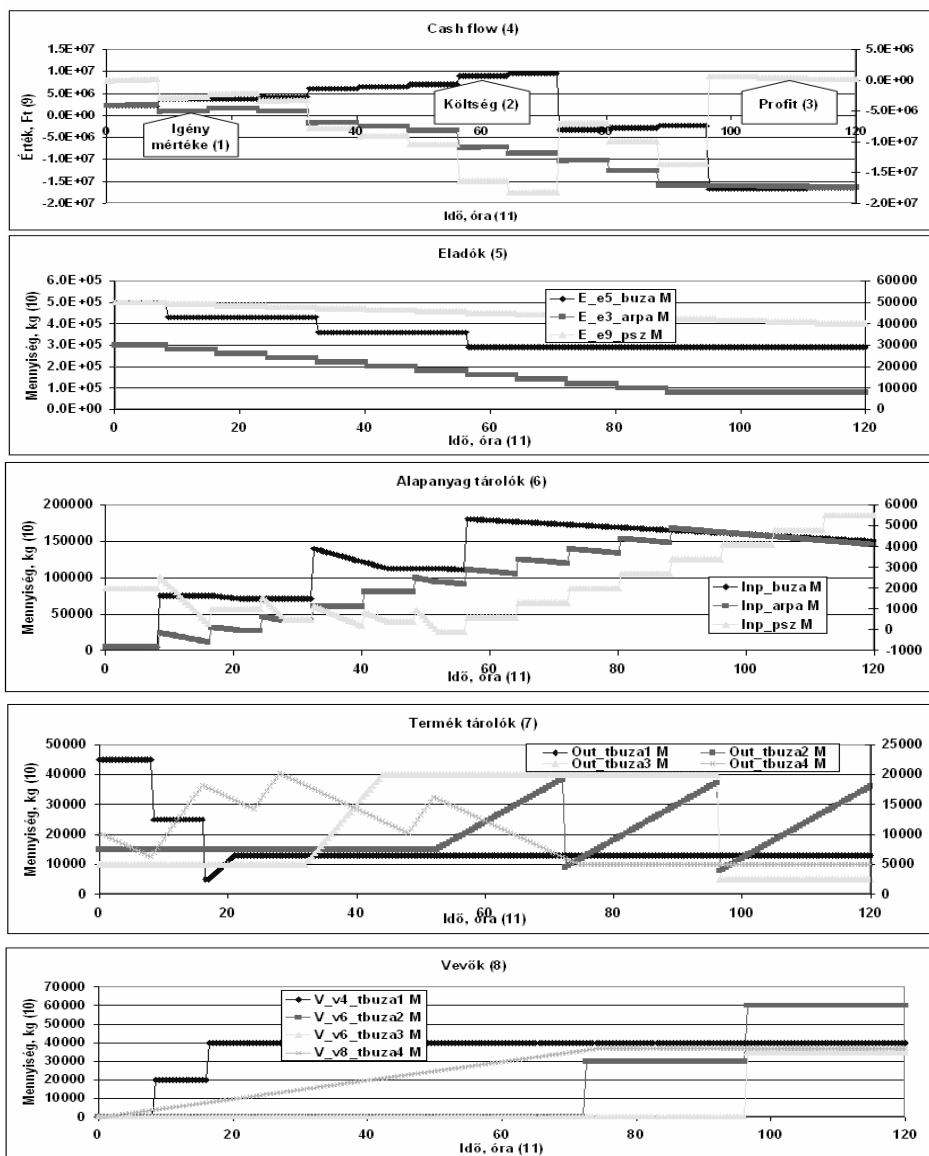


Figure 10: Examples for the Results

Measure of Demand(1), Cost(2), Profit(3), Cash flow(4), Vendors(5), Basic material storages(6), Product storages(7), Customers(8), Price, HUF(9), Volume, kg(10), Time, hour(11)

Megállapítható továbbá, hogy az egyes tárolókhöz rendelt költségek, igény mértékek és feltételek, valamint az egyes tevékenységek költség módosító hatását figyelembe véve a lokálisan számított gazdasági potenciálok összehasonlításával lokális döntéseket hozhatunk az alternatív, illetve egymással konkuráló tevékenységek közül a gazdaságilag előnyösebb megoldások meghatározására. Ez azt jelenti, hogy a folyamat szimulációja közben természetesen módon előnyösebb megoldások fejlődnek ki.

Kutatásunk jövőbeli célja az, hogy a módszerrel olyan nagyobb folyamatok döntéseiben nyújtsunk segítséget, ahol a globális optimum, már csak nehezen, vagy egyáltalán nem állapítható meg elegendően rövid idő alatt.

IRODALOM

- Bánkuti Gy., Csukás B. (2003). Egy hibrid automata kétrétegű háló modellje, Alkalmazott Informatikai Konferencia, Acta Agraria Kaposvariensis 7. 3. 87-94.
- Bóity O., Gudlin Gy., Tari Cs., Balogh S., Csukás B., Takátsy T. (2001). Kísérlet egy farmgazdálkodást segítő genetikussal fejlesztett szimulátor kialakítására. Műszaki Kémiai Napok' 2001, Veszprém, 2001. április 24-26. Kiadvány 242-247.
- Csukás, B., Balogh, S. (1998). Combining Genetic Programming with Generic Simulation Models in Evolutionary Synthesis. Computers in Industry, 36. 181-197.
- Csukás B., Balogh S., Takátsy T., Bóity O., Gudlin Gy., Tari Cs. (2001). Mérnöki logisztika az üzemirányításban. MTA Agrárműszaki Bizottságának Tanácskozása, Gödöllő, 2001. január 23-25.
- Csukás, B., Bánkuti, Gy. (2003a). Direct Computer Mapping of Process Models. In: Grossmann, I. E. and McDonald, C. M. Eds.: Foundations of Computer-Aided Process Operations. A View to the Future Integration of R&D, Manufacturing and the Global Supply Chain. CACHE INFORMS, 2003. 577-581.
- Csukás, B., Bánkuti, Gy. (2003b). Generic Bi-Layered Net model of conservational and informational processes. In: C.H. Dagli, et al. Eds., Intelligent Engineering Systems through Artificial Neural Networks, Volume 13, Smart Engineering System Design: Neural Networks, Fuzzy Logic, Evolutionary Programming, Data Mining, Complex Systems and Artificial Life. ASME Press, New York, 2003. 769-774.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Lehőcz Gábor

Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézet

7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

University of Kaposvár, Institute of Mathematics and Information Technology

H-7400, Kaposvár, Guba S. u. 40.

Tel.: 36-70-273-5213

e-mail: lehoczg@matinf.gtk.u-kaposvar.hu