

INTEGRÁLT ANYAGÁRAMLÁSI RENDSZEREK STRUKTURÁLT MODELLEZÉSE

STRUCTURED MODELING OF INTEGRATED MATERIALS HANDLING SYSTEMS

*Dr. Bányai Tamás**

ABSTRACT

The design of materials handling systems is a very important development area of production and service companies. Enterprises without up-to-date logistics (including materials handling system and information technology) are no longer able to respond to the increasing market demands, therefore it is important to optimize the materials handling systems, including technology, structure, human resources and operation strategy. In this way the role of modeling and optimization methods rises, because such economical, technological, logistic and ergonomical advances can be achieved by them. Within the frame of this paper the author focuses on the structured modeling of complex, integrated materials handling systems. The purpose of this work is to describe the modeling aspects of systems with functions of technology and logistics.

1. BEVEZETÉS

A termelő és szolgáltató vállalatok életében egyre fontosabb szerepet játszanak a korszerű anyagáramlási rendszerek. Ugyan a piacon megtalálható minden olyan eszköz, amellyel az anyagmozgatási és anyagkezelési igények a legmesszebbmennyig kielégíthetőek, azonban ahhoz, hogy ezen eszközök teljesítőképességüket kihasználva tudjanak működni, szükséges magának a rendszernek az optimális kialakítása. Mivel az anyagáramlási rendszerek egyre komplexebbek, ezért ezen egyre komplexebb rendszerek tervezése mind célirányosabb, problémaorientált módszerek alkalmazását teszi szükségessé. Ezen, főként metaheurisztikai módszerek alkalmazásának egyik alapfeltétele az, hogy egy megfelelő modell álljon rendelkezésre. A szakirodalomban számos olyan modellezési módszer kerül bemutatásra [1-7], melyek segítségével az anyagáramlási rendszerek különböző típusai írhatók le különböző típusú tervezési feladatok megvalósítása érdekében. Jelen munka keretében egy olyan strukturált leírási mód kerül bemutatásra, melynek segítségével komplex, integrált anyagáramlási, anyagkezelési rendszerek írhatóak le.

2. RENDSZERMODELLEZÉS

A rendszerstruktúra leírása részrendszerek, rendszerelemek, funkciók és kapcsolatok segítségével történik. A részrendszer olyan elemcsoport, amely a rendszer működésének nem minden funkcióját látja el, például gyártórendszer esetében egy rugalmas gyártócella. Robotos kiszolgálású rendszerek esetében alapesetben egy robot egy részrendszert szolgál ki, azonban a mobil robotok rugalmassága miatt lehetséges az is, hogy egy mobil robot több részrendszerben végez anyagkezelési, technológiai feladatot. A rendszerelem tágabb értelemben a vizsgált (rész)rendszer jól lehatárolható funkciójú része. A rendszerelem a robottal kiszolgált rendszerben a tárolóhelyeket, szállító berendezéseket és technológiai berendezéseket, illetve a rendszer bemeneti és kimeneti határelemeit foglalja magába. A kapcsolatok tágabb értelemben az elemek közötti (esetleg csupán logikai) összefüggések, míg az adott probléma esetében a robotos kiszolgálású rendszer egyes elemei közötti anyagáramlási funkciók, melyek lehetnek rakodási, tárolási és szállítási funkciók.

A rakodási, tárolási és szállítási funkciók alkalmasak arra, hogy azokkal leírásra kerüljenek az anyagáramlási rendszerekben lévő, anyagmozgató-anyagkezelő berendezések által kivitelezhető egyéb anyagkezelési funkciók, mint például technológiai berendezés kiszolgálása, egységtrakományok képzése és bontása, osztályozás, kommissiózás, stb. Így például egy technológiai berendezés kiszolgálása értelmezhető úgy, mint egy rakodási funkció, mely a bemenő tároló és a technológiai berendezés között teremt kapcsolatot.

Egy anyagmozgató-anyagkezelő berendezés által kiszolgált rendszerrel meghatározható minden rendszerelem esetében két koordinátamátrix, mely tartalmazza a rendszerelemhez tartozó feladási és leadási pontok koordinátáit.

A koordinátamátrix bevezetése minden rendszerelem esetén indokolt, hiszen

- a legtöbb szállítóberendezés több feladási és leadási ponttal rendelkezik (függősinpálya, egy- és kétpályás konvektor, görgős szállítópálya), mely

* egyetemi docens, Miskolci Egyetem, ALT

pontok csak az esetek igen kis részében esnek egy pontba,

- a tárolóhelyek esetében általában célszerű megkülönböztetni a különböző tárolási pozíciókat, hiszen azokhoz fizikailag is más-más koordináták rendelhetők hozzá,
- technológiai berendezések esetében is előfordulhat, hogy a munkadarab technológiai berendezésre történő feladása illetve leadása különböző helyeken történik.

Minden rendszerelem esetében definiálható a feladási illetve leadási mátrix, mely megmutatja, hogy mely terméktípus mely feladóhelyen keresztül jut el a rendszeremig, illetve azt mely rendszerelemen keresztül hagyja el. A mátrixok definiálásakor figyelembe kell venni azt, hogy egy termék futhat több féle úton is és hogy egy úton több féle termék is mozoghat.

Az egyes rendszerelemeken áthaladó termékek esetében célszerű az anyagáramlási mátrix definiálása is, mivel így kvantitatív is leírható a termékek forgalma az egyes rendszerelemeken.

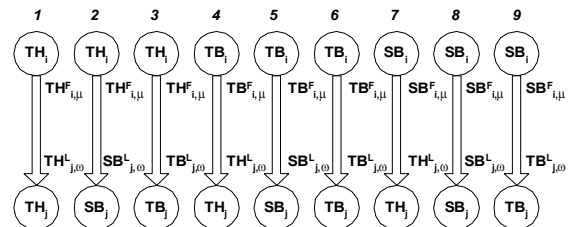
A robotokkal kiszolgált (rész)rendszer elemeit és azok számát a rendszeremvektor írja le. A rendszeremvektor ugyan megmutatja, hogy mely rendszeremből hány darab található a (rész)rendszerben, azonban az egyes rendszeremek közötti kapcsolatra még nem mutat rá.

A rendszeremek közötti kapcsolatok leírása a rendszerem-kapcsolati mátrix segítségével lehetséges. A mátrix a rendszeremek közötti kapcsolatok egzisztenciáját mutatja. Mivel ez a rendszerem-kapcsolati mátrix nem fejezi ki azt, hogy a két rendszerem közötti kapcsolat (anyagáramlás) mely feladó és leadóhelyeken keresztül milyen módon történik, ezért a rendszerem-kapcsolati mátrix mellett szükséges a rendszeremek fel- és leadóhelyi kapcsolati mátrixának definiálása. Egy rendszerem egy tetszőleges leadóhelye több más rendszerem több más feladóhelyével is kapcsolatban lehet.

A rendszeremek fel- és leadóhelyi kapcsolati mátrixa természetesen csak abban az esetben azonosan egyenlő egy zérus mátrixszal, ha az ahhoz tartozó rendszeremekhez tartozó értéke a rendszeremek kapcsolati mátrixának nulla. Ez azzal a következménnyel jár, hogy a mátrixok sokkal kevesebb adattal képesek leírni a rendszert, mint egy olyan kapcsolati mátrix, mely nem csupán a rendszeremeket, hanem azok fel- és leadási pontjait is tartalmazza.

A rendszerem-kapcsolati mátrix mint egy gráf csúcsmátrixa, definiál egy kapcsolati gráfot. A kapcsolati gráfban ugyan a rendszeremek közötti kapcsolatoknak egy igen széles skálája fordul elő, azonban a valóságban minden kapcsolat besorolható a rendszeremek közötti kapcsolatok következő kilenc osztályába (2.1.ábra):

- termék mozgatása tárolóhely (TH)-szállítóberendezés (SB) relációban,
- termék mozgatása tárolóhely (TH) - tárolóhely (TH) relációban,
- termék mozgatása tárolóhely (TH) - technológiai berendezés (TB) relációban,
- termék mozgatása technológiai berendezés (TB) - szállítóberendezés (SB) relációban,
- termék mozgatása technológiai berendezés (TB) - tárolóhely (TH) relációban,
- termék mozgatása két technológiai berendezés (TB) között,
- termék mozgatása szállítóberendezés (SB) - szállítóberendezés (SB) relációban,
- termék mozgatása szállítóberendezés (SB) - tárolóhely (TH) relációban,
- termék mozgatása szállítóberendezés (SB) - technológiai berendezés (TB) relációban.



1. ábra Rendszeremek lehetséges kapcsolatai

A rendszer leírásának utolsó lépése az egyes részrendszerek kapcsolatát leíró részrendszer-kapcsolati mátrix definiálása. A mátrix megadja, hogy az egyes részrendszerek milyen rendszeremekkel kapcsolódnak egymáshoz.

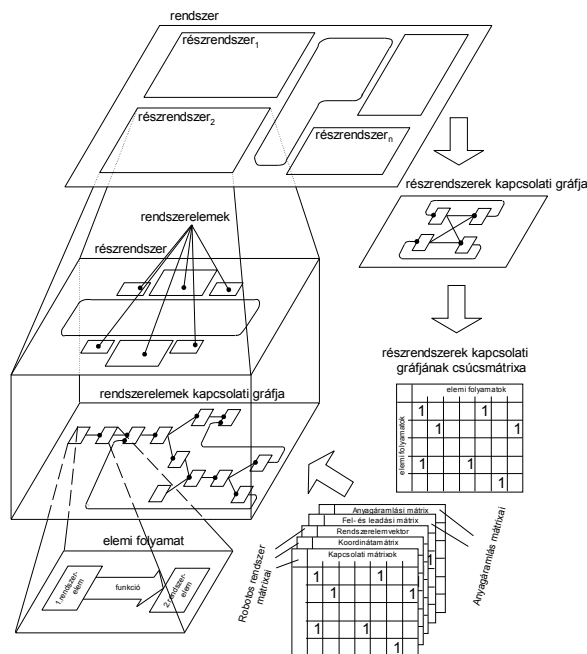
Az anyagmozgató-anyagkezelő berendezésekkel kiszolgált rendszerek, részrendszerek a következő funkcionális elemek segítségével építhetők fel: bemenő tároló, kimenő tároló, bemenő szállítóberendezés, kimenő szállítóberendezés, technológiai berendezés. A műveletközi tároló és a műveletközi szállítóberendezés ugyan elvileg felvehető lenne szintén mint rendszerem, azonban gyakorlatilag az általuk megvalósított funkciók kiválthatók a többi rendszeremmel. Ezen elemek egzisztenciája alapján felírható a konkrét rendszeremvektor.

A rendszeremvektor alapján már leírhatók bizonyos tipikus rendszerek, részrendszerek, s ezekben a kapcsolati mátrix segítségével definiálhatók a jellegzetes anyagkezelési kapcsolatok illetve a robotokkal és segédperifériákkal végrehajtható funkciók.

A bemutatott leírási módszernek az előnyei a következők:

- Minden anyagmozgató-anyagkezelő berendezéssel kiszolgálható rendszer elemi kapcsolatok segítségével építőköckel elven felírható és a tipikus rendszerek matematikai formulákkal definiálhatók.

- A kapcsolatok lehetnek determinisztikusak, vagy sztochasztikusak, eloszlás-függvénnyel vagy Fuzzy halmazokkal definiáltak. A gyakorlatban a sztochasztikus hatások figyelembevétele elkerülhetetlen.
- Mivel a rendszerelemek kapcsolati mátrixa megfelel a kapcsolati gráf csúcsmátrixának, ezért különböző rendszerek hasonlósága kifejezhető csúcsmátrixuk azonosságával, melyet az izomorfia szintjén a permutációmátrix meglétével bizonyítani lehet, hiszen ha létezik olyan permutációmátrix, mellyel egy rendszer kapcsolati gráfjának kapcsolati mátrixa azonossá tehető egy másik rendszer gráfjának kapcsolati mátrixával, akkor a két rendszer strukturálisan azonos.

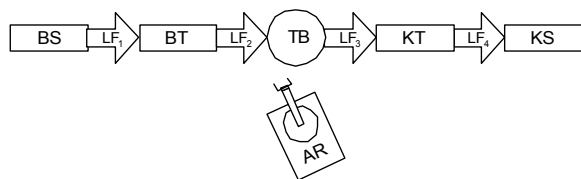


2. ábra Anyagkezelő rendszer leírása

3. TECHNOLÓGIAI FUNKCIÓT ELLÁTÓ RÉSZRENDSZER MODELLEZÉSE

A technológiai berendezések kiszolgálásának egy általános esete lehet, amikor minden lehetséges rendszerelem előfordul a rendszerben.

Ha valamely elem hiányzik, akkor a vektor azon eleme 0, a >1 jel azt mutatja, hogy abból a rendszerelemből párhuzamosan több van.



3. ábra Technológiai berendezés robotos kiszolgálásának általános esete

Természetesen a technológiai berendezés robotos kiszolgálása esetén is különböző rendszerváltozatok képezhetők, melyek a technológia jellegétől függően (szerelés, szétszerelés, forgácsolás) különböző jellegű rendszerelem-vektorokkal írhatók le.

A tipikus technológiai rendszerekben vagy egyszerű soros anyagáramlás figyelhető meg, vagy egy elosztási és/vagy gyűjtési folyamat. A technológiai berendezések kiszolgálása esetén a soros anyagáramlásra lehet jó példa a forgácsoló megmunkálás robotos kiszolgálása, ahol a robot egy bemenő tárolóról berakja a technológiai berendezés munkaterébe a munkadarabot, illetve egy kimenő tárolóra kiteszi a kész munkadarabot, nem kerül sor például minőség szerinti osztályozásra sem.

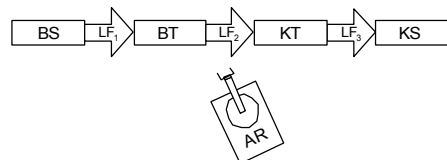
A bemenő oldalon (bemenő tároló, bemenő szállítás) jelentkező párhuzamosságok, melyek a gyűjtőrendszerek jellemzői, megfelelhetnek szerelést végző technológiai rendszereknek, míg a kimeneti oldalon (kimenő tároló, kimenő szállítás) jelentkező párhuzamosságok, melyek az elosztó-rendszerek jellemzői, megfelelhetnek szétszerelést végző technológiai rendszereknek.

Természetesen ezek csak egyszerű példák, hiszen egy forgácsolást végző technológiai rendszerben is lehetséges több kimenő tároló, például minőség szerinti osztályozás illetve a selejt elkülönített tárolása céljából.

Az egyszerű technológiai részrendszerekben csak egy technológiai berendezés található. Amennyiben több technológiai berendezést tartalmaz a részrendszer, akkor azt összetett technológiai részrendszernek nevezzük. Összetett technológiai részrendszer esetében a technológiai berendezések sorosan vagy párhuzamosan helyezkedhetnek el.

4. LOGISZTIKAI FUNKCIÓT ELLÁTÓ RÉSZRENDSZER MODELLEZÉSE

A tiszta logisztikai funkciót ellátó rendszerek, részrendszerek esetében a rendszerelem-vektor egy általános formája lehet az, amikor minden lehetséges rendszerelem előfordul a rendszerben, kivéve a technológiai berendezést, vagyis a robotos rendszer minden funkcionális eleme logisztikai feladatot lát el.



4. ábra Logisztikai funkciójú részrendszer modellezése

Természetesen a tiszta logisztikai funkciót ellátó részrendszereknek is különböző változatai képezhetők, melyek a logisztikai funkció jellegétől függően (osztályozás, kommissiózás, elosztás, stb.) különböző jellegű rendszerelem-vektorokkal írhatók le

A technológiai funkciójú részrendszerek esetében a technológiai részrendszerek mintájára definiálhatók soros és párhuzamos anyagáramlások, melyek alapján meghatározhatók az egyes logisztikai funkciókhoz tartozó tipikus részrendszer felépítési változatok, és meghatározható az, hogy mely logisztikai funkció lehet gyűjtés, elosztás, osztályozás, kommissiózás, ER képzés, ER bontás és rakodás az adott rendszerben az aktuális két rendszerelem között.

A soros anyagáramlásnak lehet egy tipikus esete a rakodórendszer, melyben gyakorlatilag lehet szó lerakodásról, felrakodásról és átrakodásról.

A bemenő oldalon (bemenő tároló, bemenő szállítás) jelentkező párhuzamosságok, melyek a gyűjtőrendszerek jellemzői, megfelelhetnek a gyűjtést, kommissiózást, egységakomány képzést végző logisztikai funkciójú rendszereknek, míg a kimeneti oldalon (kimenő tároló, kimenő szállítás) jelentkező párhuzamosságok, melyek az elosztórendszerek jellemzői, megfelelhetnek az osztályozást, egységakomány bontást végző logisztikai rendszereknek.

Természetesen ezek csak egyszerű példák, hiszen ha egy rendszerben több logisztikai funkció párhuzamosan kerül végrehajtásra, akkor annak leírására szolgáló rendszerelem-vektor is a tiszta, egy logisztikai funkciót ellátó részrendszer rendszerelem-vektorától eltérő formát vehet fel. Nem csupán a logisztikai funkciók részrendszeren belüli száma, hanem a tiszta logisztikai rendszerben lévő egyetlen logisztikai funkció változatainak nagy száma is különböző részrendszer-változatokat tesz lehetővé.

Például kommissiózó rendszerek esetében amennyiben fix robot végzi a kommissiózást, akkor annak korlátozott munkatere miatt vagy a bemenő tárolók (tároló rekeszek) száma kicsi, vagy a tárolórekeszekből való szállítást nem a robot, hanem segédperiféria végzi. Amennyiben a robot mobil, akkor nem szükséges segédperiféria, hiszen a mobil robot akár több raktári folyosót is ki tud szolgálni mobilitásából adódóan nagy munkatere révén.

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az anyagmozgatás fejlődésének sokáig meghatározója volt az, hogy a különböző mozgató tevékenységek ellátására alkalmas eszközöket hozzanak létre. Ez a helyzet a futószalagos termelés, a taylori munkaszervezés megjelenésével kezdett megváltozni, ugyanis a gépkonstrukciók tervezése mellett növekvő szerepet kapott az anyagmozgatási folyamatok tervezése is. A gyártástechnika, a gyártásszervezés és az anyagmozgatás között egyre szorosabb kapcsolat jött létre, mely az anyagmozgatás fejlődésének igen fontos tényezőjévé vált. A diszkrét anyagáramlást megvalósító darabárus technológiákban az automatizálás és

számítógépes irányítás eredményeképp lerövidült technológiai idők, a megnövekedett gépteljesítmények, illetve a bonyolult, sokfázisú, összetett műveletközi kapcsolatokat igénylő technológiák miatt a teljes termelési ciklusban egyre inkább megnövekedett a szállítási és várakozási idők aránya, megnöttek a készletek, míg a változó igényekre való reagálás időtartama nem csökkent jelentős mértékben. Ezen a tényen változtatott nagymértékben az, hogy a termelési rendszereket kiszolgáló anyagkezelő és anyagmozgató rendszerek tervezése egyre nagyobb jelentőséget kapott. Ezen tervezés fontosságának felismerése vezetett oda, hogy egyre korszerűbb tervezési módszerek alkalmazásával egyre hatékonyabb anyagáramlási rendszerek váltak kialakíthatóvá. Jelen munkájában a szerző ezen tervezési feladatok megoldásának egyik alapvető fázisára, az anyagáramlási rendszer modellezésére fókuszál és mutat be egy olyan strukturált modellezési módszer, melynek segítségével komplex, integrált anyagáramlási rendszerek leírása lehetséges. A szerző röviden bemutat egy általános módszertant, majd ismerteti a főként technológiai és főként logisztikai funkcióval rendelkező részrendszerek leírásának specifikus aspektusait.

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A bemutatott kutatómunka a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] CSELÉNYI J. – ILLÉS B. (szerk.): Anyagáramlási rendszerek tervezése I., Miskolci Egyetemi Kiadó, 2006. ISBN 963 661 672 8
- [2] CSELÉNYI J. – ILLÉS B. (szerk.): Logisztikai rendszerek I., Miskolci Egyetemi Kiadó, 2004.
- [3] CSELÉNYI J. – ILLÉS B. (szerk.): Anyagmozgatás-logisztika. Tudomány a gyakorlatban. Horizont Média Kft., Kiskunhalas, 2006. ISBN 963 06 0848 0
- [4] FELFÖLDI L. (szerk.): Anyagmozgatási kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1975. ISBN 963 10 0423 6
- [5] CSELÉNYI J. – ILLÉS B. (szerk.): Logisztika alapjai. Képzési programcsomag. BAY-LOGI 2006. ISBN 963 87052 6 4
- [6] PREZENSZKY J.: Logisztika I-II. BME Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest 2004.
- [7] KULCSÁR B., WIRTH S., KALTWASSER J., LESKIN A.: Materialflusslogistik – wichtige Komponente des flexiblen automatisierten rechnerintegrierten Betriebes, Fertigungstechnik und Betrieb, 1989/1, p.7-10.