

ANYAGÁRAMLÁSI RENDSZEREK ÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREI

EVALUATION METHODS FOR MATERIAL FLOW SYSTEMS

Telek Péter*

ABSTRACT

Design of a complex material flow system is a hard task, because of the large number of the possible solution varieties. As several models and system varieties can be applied for a given material flow process to serve the related manufacturing or service tasks, we need comparison methods to evaluate the usable models. In this paper we are giving a short overview about the more important evaluation methods, describing the evaluation processes, the main characterizations and the applicability of the different solutions.

1. BEVEZETÉS

Egy komplex anyagáramlási rendszer tervezése bonyolult feladat, a gyakorlatban előforduló rendszer-változatok nagy száma miatt egységes tervezési megoldás nem áll rendelkezésre. A tervezési folyamat gyorsítására, egyszerűsítésére fontos lehetőség az anyagáramlási rendszerek tipizálása [4], amelynek révén olyan jellegzetes rendszereket és tervezési módszereket tudunk leírni, amelyek felhasználásával megkönnyíthető a tervezők feladata. Az anyagáramlási rendszerek tipizálása azt a megközelítést jelenti, amikor az egyes rendszerek hasonlósága alapján jellegzetes anyagáramlási modelleket állítunk fel, amelyeknek az adott folyamatra történő igazításával megoldhatók a felmerülő logisztikai feladatok.

Mivel egy adott anyagáramlási folyamat esetén több féle megoldás (modell, vagy modellváltozat) is alkalmazható a kiszolgálási feladatok megvalósítására, ezért szükség van az egyes modellek, illetve modellváltozatok összehasonlítására. Az összehasonlításhoz olyan módszerekre van szükség, amivel az egyes változatok értékelhetők, minősíthetők.

Az anyagáramlási rendszerek jellegéből adódóan jelentős különbségek lehetnek az egyes modellek között. E különbségek alapján sokféle modellváltozat képezhető, de a legjelentősebb eltérést a rendszerek

kiterjedése és az ahhoz igazodó kiszolgálási megoldások okozzák, aminek alapján külön kell választani

- a belső (üzemi) anyagáramlási rendszereket és
- a külső anyagáramlási rendszereket.

Üzemi anyagáramlási rendszerről akkor beszélhetünk, ha az anyagáramlások egy konkrét (általában zárt) területre korlátozódnak és a szállítási távolságok rövidek [1].

Külső anyagáramlási rendszerről akkor beszélhetünk, ha az anyagáramlások nagyobb földrajzi területre terjednek ki és a szállítási távolságok nagyok [1].

A különböző esetekben eltérő módszereket kell alkalmazni az anyagáramlási rendszerek értékelése során is. Anyagáramlási teljesítmény mérésére alkalmas mutatók [2]:

- áramlási út és idő,
- áramló mennyiség,
- áramoltatási munka, teljesítmény,
- áramoltatási költség,
- eszköz kihasználtság, stb.

2. ANYAGÁRAMLÁSI RENDSZEREK ÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREI

A fent felírt mutatók bármelyike alkalmas az anyagáramlási rendszerek értékelésére, de mindegyik mutató sajátos megközelítést igényel, ami egyes rendszerparamétereket figyelembe vesz, másokat elhanyagol. Ennek következtében a következő értékelési módszerek adják a legjobb eredményt:

- teljesítmény-alapú értékelés,
- idő-alapú értékelés,
- eszköz-teljesítőképesség alapú értékelés,
- eszköz-kihasználtság alapú értékelés,
- költség-alapú értékelés, stb.

2.1. Teljesítmény-alapú értékelés

Ennél a módszernél az anyagmozgató berendezések által kifejtett teljesítményt tekintjük az értékelés

*egyetemi adjunktus, Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

alapjának. Az anyagmozgató berendezések háromféle aktív tevékenységet fejthetnek ki a kiszolgálás során:

- szállítás,
- rakodás (felrakodás és lerakodás),
- raktári kiszolgáló tevékenységek (betárolás, kitárolás, áttárolás, stb.).

Fentiek alapján a rendszer összteljesítménye:

$$P_O = P_S + P_R + P_{RT} \quad (1)$$

ahol

P_S - a szállítóeszközök összteljesítménye $[kg \cdot m/s]$,

P_R - az összes rakodási teljesítmény $[kg \cdot m/s]$,

P_{RT} - a rendszer raktáraiban, tárolóiban felmerülő összes kiszolgálási teljesítmény $[kg \cdot m/s]$.

Külső anyagáramlási rendszerek esetén a szállítóberendezések teljesítménye lényegesen nagyobb, mint a rakodó, illetve a raktári kiszolgáló berendezéseké, ezért bizonyos esetekben az utóbbi kettő elhanyagolható (az anyagáramlási feladattól függően) [3].

2.2. Idő-alapú értékelés

Ebben az esetben az anyagáramlási rendszer működése során mért átfutási időket tekintjük az értékelés alapjának. Az átfutási időket rendelhetjük termékhez, egységtrakományhoz, gyártási sorozathoz, teljes rakományhoz, stb. Az anyagáramlási folyamat értékelése szempontjából legjobban használható az egységtrakományok átfutási idején alapuló értékelés.

Az egységtrakományok átfutási ideje:

$$t_{ER} = t_{GY} + t_S + t_R + t_{RT} + t_V \quad (2)$$

ahol

t_{GY} - az összes gyártási idő $[min]$,

t_S - az összes szállítási idő $[min]$,

t_R - az összes rakodási idő $[min]$,

t_{RT} - a rendszer raktáraiban, tárolóiban eltöltött összes idő $[min]$,

t_V - az anyagáramlási rendszerben várakozással eltöltött összes idő $[min]$.

Külső anyagáramlási rendszereknél a gyártási és a várakozási idő nem jelenik meg az összefüggésben. A jelentkező várakozások csak a szállítási, vagy rakodási időkhöz integrálva szerepelnek.

2.3. Eszköz-teljesítőképesség alapú értékelés

Ennél a megközelítésnél az értékelés alapja az anyagáramlási rendszerben alkalmazott anyagmozgató eszközök teljesítőképessége. Az anyagmozgató eszközöket tekintve megkülönböztetjük a szállító-, a rakodó- és a raktári kiszolgáló eszközöket. A rendszerek értékelésénél külön kell kezelni a szakaszos és a folyamatos működésű berendezéseket.

A szakaszos működésű anyagmozgató berendezések összes teljesítőképessége:

$$T_{sz} = T_S^{sz} + T_R^{sz} + T_{RE}^{sz} \quad (3)$$

ahol

T_S^{sz} - a szakaszos működésű szállítóeszközök teljesítőképessége $[kg]$,

T_R^{sz} - a szakaszos működésű rakodóeszközök teljesítőképessége $[kg]$,

T_{RE}^{sz} - a szakaszos működésű raktári kiszolgálóeszközök teljesítőképessége $[kg]$.

A folyamatos működésű anyagmozgató berendezések összes teljesítőképessége:

$$T_f = T_S^f + T_R^f + T_{RE}^f \quad (4)$$

ahol

T_S^f - a folyamatos működésű szállítóeszközök teljesítőképessége $[kg/s]$,

T_R^f - a folyamatos működésű rakodóeszközök teljesítőképessége $[kg/s]$,

T_{RE}^f - a folyamatos működésű raktári kiszolgálóeszközök teljesítőképessége $[kg/s]$.

Külső anyagáramlási rendszerek esetén elsősorban a szakaszos működésű anyagmozgató berendezéseknek van jelentősége [3]. Folyamatos működésű anyagmozgató berendezéseket csak ömlesztett anyagok és személyek (szállítóeszközök) mozgatására alkalmaznak.

Mivel az ömlesztett anyagok (illetve személyek) külső áramoltatása speciális szállítási utakat igényel, ezért a folyamat modellezése az üzemi anyagáramlási rendszereknél leírt módon valósítható meg legjobban.

2.4. Eszköz-kihasználtság alapú értékelés

Az értékelés alapja ennél a módszernél az anyagáramlási rendszerben alkalmazott anyagmozgató eszközök kihasználtsága. Az eszköz-kihasználtságot tekintve meg kell különböztetni:

- szakaszos működésű eszközöket,
- folyamatos működésű eszközöket,
- a raktárakat, tárolókat.

A szakaszos működésű anyagmozgató berendezések átlagos kihasználtsága:

$$C_{sz} = \frac{N_S^{sz} \cdot C_S^{sz} + N_R^{sz} \cdot C_R^{sz} + N_{RE}^{sz} \cdot C_{RE}^{sz}}{N^{sz}} \quad (5)$$

ahol

C_S^{sz} - a szakaszos működésű szállítóeszközök átlagos kihasználtsága $[\%]$,

C_R^{sz} - a szakaszos működésű rakodóeszközök átlagos kihasználtsága $[\%]$,

C_{RE}^{sz} - a szakaszos működésű raktári kiszolgálóeszközök átlagos kihasználtsága $[\%]$,

N^{sz} - a szakaszos működésű anyagmozgató eszközök száma $[db]$.

A folyamatos működésű anyagmozgató berendezések átlagos kihasználtsága:

$$C_f = \frac{N_S^f \cdot C_S^f + N_R^f \cdot C_R^f + N_{RE}^f \cdot C_{RE}^f}{N^f} \quad (6)$$

ahol

C_S^f - a folyamatos működésű szállítóeszközök átlagos kihasználtsága [%],

C_R^f - a folyamatos működésű rakodóeszközök átlagos kihasználtsága [%],

C_{RE}^f - a folyamatos működésű raktári kiszolgálóeszközök átlagos kihasználtsága [%],

N^f - a folyamatos működésű anyagmozgató eszközök száma [db].

A raktárak, tárolóeszközök átlagos kihasználtságának meghatározása:

$$C^r = \frac{\sum_{i=1}^{N^r} C_{Ti}^r}{N^r} \quad (7)$$

ahol

C_{Ti}^r - az i-edik raktár, vagy tároló átlagos kihasználtsága [%],

N^r - a raktárak, tárolók száma [db].

A teljesítőképesség-alapú módszerhez hasonlóan ebben az esetben is csak a szakaszos működésű eszközök, illetve a raktárak és tárolók játszanak szerepet a külső anyagáramlási rendszerek értékelésnél.

2.5. Költség alapú értékelés

Ennél a módszernél az értékelés alapja az anyagáramlási rendszer működése során felmerülő összes költség. A költségek szempontjából meg kell különböztetni:

- állandó (az anyagáramlási feladatoktól független) költségeket,
- az anyagáramlási feladatokhoz kötődő változó költségeket.

A rendszer működése során felmerülő, de az anyagáramlási feladatoktól független összes költség:

$$K^{fix} = K_B^{fix} + K_T^{fix} + K_U^{fix} + K_L^{fix} \quad (8)$$

ahol

K_B^{fix} - az anyagmozgató berendezésekkel kapcsolatos állandó költségek [Ft],

K_T^{fix} - a raktárakkal, tárolókkal kapcsolatos állandó költségek [Ft],

K_U^{fix} - az anyagáramlási útvonalakkal kapcsolatos állandó költségek [Ft],

K_L^{fix} - az egyéb anyagáramlási objektumokkal kapcsolatos állandó költségek [Ft].

Külső anyagáramlási rendszerek esetén, mivel az áramlási utak közutak, ezért azokkal kapcsolatban állandó költségek nem merülnek fel.

Az anyagáramlási feladatokhoz kötődő összes változó költség:

$$K^{vált} = K_S^{vált} + K_R^{vált} + K_{RE}^{vált} + K_{CJ}^{vált} \quad (9)$$

ahol

$K_S^{vált}$ - összes változó szállítóeszköz költség [Ft],

$K_R^{vált}$ - összes változó rakodóeszköz költség [Ft],

$K_{RE}^{vált}$ - a raktári kiszolgálóeszközök összes változó költsége [Ft],

$K_{CJ}^{vált}$ - az anyagmozgató berendezések üresjárataihoz kötődő összes költség [Ft].

A külső anyagáramlási folyamatoknál olyan anyagmozgató eszközök (pl. outsourcing-ban használt eszközök, külső objektumok eszközei, stb.) is alkalmazásra kerülhetnek, amelyek más költségvonzattal rendelkeznek, mint a rendszer saját eszközei.

3. AZ ÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Az előző fejezetben bemutatott értékelési módszerek nem minden anyagáramlási rendszer esetén alkalmazhatók egyforma hatékonysággal.

A **teljesítmény-alapú értékelés** alkalmazásával közvetlenül elemezhető az anyagáramlási folyamatok természetes ráfordításai, amivel megfelelően értékelhető a folyamatok hatékonysága, de az anyagmozgató berendezések passzív tevékenységeit nem tudja figyelembe venni. Olyan esetekben célszerű alkalmazni, amikor a cél egy adott anyagáramlási teljesítmény előállítás, maximálása.

Az **idő-alapú értékelés** alkalmazásával közvetlenül vizsgálható az anyagáramlás során az egyes termékek, egységek átfutási ideje. Elsősorban az anyagáramlási műveletek idejének minimalálásánál alkalmazható hatékonyan. Hátránya, hogy az anyagmozgató berendezések működésének hatékonyságáról csak közvetve szolgáltató információkat.

Az **eszköz-teljesítőképesség alapú értékelés** alkalmazásával a teljesítmény alapú értékeléshez képest (ami a rendszer általános teljesítményét vizsgálja) jobban elemezhető az anyagáramlási rendszer anyagmozgató berendezésekkel kapcsolatos adottságai. Olyan esetekben előnyös, amikor a cél az adott rendszerhez illeszkedő optimális anyagáramlási teljesítmény előállítás. Hátránya, hogy csak az anyagmozgató berendezések rendelkezésre álló kapacitásait elemzi, és nem nyújt információkat azok hozzárendeléséről.

Az **eszköz-kihasználtság alapú értékelés** alkalmazásával pontosan elemezhető az anyagáramlási rendszerben alkalmazott anyagmozgató berendezések kapacitásai (maximális terhelhetőség és időbeli kihasználtság). Előnyös lehet az alkalmazása, ha a cél az

adott rendszer, rendelkezésre álló anyagmozgatási kapacitásainak maximális kihasználása. Hátránya, hogy nem nyújt információkat az egyes anyagáramlási feladatok megvalósításának konkrét megoldásairól, illetve az eszközök hozzárendeléséről.

A **költség-alapú értékelés** alkalmazásával közvetlenül vizsgálható az anyagáramlás során az egyes feladatok költségeinek alakulása, ami akkor alkalmazható hatékonyan, ha a cél az anyagáramlási

folyamat költségeinek minimalálása. Előnye, hogy az anyagáramlási folyamat olyan elemeiről (beruházási költségek, általános fenntartási költségek, stb.) is szolgáltat információkat, amelyek a többi értékelési módszerrel nem vizsgálhatók.

Mivel az értékelési folyamat hatékonysága az egyes módszerek által figyelembe vehető elemek függvénye, ezért az összehasonlításhoz fel kell tárnai a módszerek és az elemek közötti kapcsolatokat (1. táblázat).

1. táblázat Az egyes módszerek által figyelembe vehető elemek (üzemi anyagáramlás)

ÉRTÉKELŐ MÓDSZER	Alapművelet			Egyéb művelet			Egyéb jellemző		
	Szállítás	Rakodás	Tárolás	Gyártás	Várakozás	Üresjárat	Útvonal	Objektum	Eszköz
1. Teljesítmény-alapú	x	x	x	Ø	Ø	Ø	#	#	Ø
2. Idő-alapú	x	x	x	x	x	Ø	#	#	Ø
3. Eszköz-teljesítőképesség alapú	x	x	x	Ø	Ø	Ø	Ø	#	x
4. Eszköz-kihasználtság alapú	x	x	x	Ø	Ø	#	#	#	x
5. Költség-alapú	x	x	x	Ø	Ø	x	x	x	#

x – közvetlenül figyelembe veszi, # - közvetve veszi figyelembe, Ø – nem veszi figyelembe

Összehasonlítva az egyes értékelési módszerek jellemzőit megállapíthatjuk, hogy a költség-alapú értékelésen kívül minden módszer ugyanolyan megközelítést használ, külön vizsgálja a szállítási, a rakodási és a tárolási jellemzőket. A költség-alapú értékelés esetén ez a megközelítés kiegészül az egyéb objektumokra és az üresjáratokra vonatkozó elemekkel.

Elemelve az üzemi és a külső anyagáramlási rendszerek által figyelembe vehető tényezők alakulását, megállapítható, hogy a különbségek három tényezőben jelentkeznek az értékelési módszereknél:

- külső anyagáramlásnál a gyártási folyamat objektumai nem befolyásolják a rendszer működését,
- a külső anyagáramlás esetén a folyamatok során jelentkező várakozások, csak a szállítási, vagy rakodási időkhöz integrálva jelennek meg,
- külső szállítás esetén a költség-alapú értékelésnél az útvonal állandó költségei nem jelennek meg (közhasználatú utak).

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Egy komplex anyagáramlási rendszer tervezése, a gyakorlatban előforduló rendszer-változatok nagy száma miatt, bonyolult feladat. Mivel egy adott anyagáramlási folyamat esetén több féle modell is alkalmazható a kiszolgálási feladatok megvalósítására, ezért szükség van az egyes modellek, összehasonlítására. Cikkemben bemutattam az üzemi

anyagáramlási modellek értékelési módszereit, kitérve az egyes módszerek jellemzőinek, alkalmazhatóságának összehasonlítására. A fenti elemzések alapján egyértelműen megállapítható, hogy univerzálisan egyik értékelési módszer sem alkalmazható. Az adott rendszerek értékelésére alkalmazható módszerek megválasztását mindig a tervezés célfüggvényei határozzák meg.

5. 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.

6. IRODALOM

- [1] CSELÉNYI J., ILLÉS B. (szerk.): Logisztikai rendszerek I., Miskolc, 2004, p.: 1-369.
- [2] CSELÉNYI J., ILLÉS B. (szerk.): Anyagáramlási rendszerek tervezése és irányítása I., ISBN 9636616728, Miskolc, 2006, p.: 1-380.
- [3] CSELÉNYI J., ILLÉS B. (szerk.): Logisztika alapjai BAY-LOGI, Miskolc 2006. ISBN 963 87052 6 4
- [4] TELEK P.: Characteristic solutions of material flow systems ALS Vol. 5. Ed. by Illés, Kot, Telek, pp.: 57-62., HU ISSN 1789-2198, ME 2011.