

Kutatási Jelentés

Téma azonosítója: JKL-P7-T2

Téma megnevezése: Elektronikus fuvar- és raktárbörzék alkalmazása a közlekedési csomópontok modalitási lehetőségeinek optimális kihasználása érdekében

5. munkaszakasz (lezárva: 2011.12.25.): A kutatás során kialakított rendszer alkalmazási lehetőségeinek feltárása:

- 1.1.** A kifejlesztett rendszermodell felhasználása a különféle áruszállítási módok közötti váltás elősegítésében: az algoritmus (BA_ACO) kiegészítése időalapú büntetőfüggvénnyel.
- 1.2.** A rendszermodell speciális (city logisztika) alkalmazási lehetőségeinek feltárása.

Az összefoglalót készítette: Kovács Gábor, tanársegéd

BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar,
Közlekedésüzemi Tanszék

Témavezető: Dr. Bóna Krisztián PhD, adjunktus

BME Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar,
Közlekedésüzemi Tanszék

1.1. A kifejlesztett rendszermodell felhasználása a különféle áruszállítási módok közötti váltás elősegítésében: az algoritmus (BA_ACO) kiegészítése időalapú büntetőfüggvénnyel

Az előző kutatási jelentésekben bemutatott BA_ACO algoritmus az említett layout és igény/kapacitás jellemzőket a célfüggvénybe épített módon veszi figyelembe, az időjellemzőket szűréssel (például az adott napra, időszakra vonatkozó tervezés) lehet beállítani. Ez utóbbiak esetén a célfüggvényt „büntetni” lehet, kisebb-nagyobb mértékben attól függően, hogy az egyes szállítási feladatok rakományai a kombinált áruszállítást biztosító eszközre milyen időbeli ütemezéssel kerülnek fel. Vagyis meghatározott mértékben a nagytávolságú szállítást biztosító eszközök (vasúti kocsik, hajók) teljes rakodásának és várakozásának ideje (az első szállítási feladat felrakásától az utolsóig eltelt idő) is figyelembe vehető. Az (1.) képletben látható módon a legkorábban és a legkésőbb rakodásra kész (vagyis az átrakóterminálra érkezett) szállítási feladatok felrakodásának kezdése között eltelt időkülönbség a büntetőfüggvény alapja (a cél ennek minél kisebb értéken tartása):

$$T^{\max} = \text{MAX}\{T_j\} - \text{MIN}\{T_j\} \Rightarrow \text{MIN!} \quad (1.)$$

$j = 1, 2, \dots, j, \dots, \ell$: a kombinált áruszállításba vont szállítási feladatok;

T_j : a szállítási feladatok nagytávolságú szállításra történő átrakásának kezdése (0..24 óra).

Menetrend szerint közlekedő járatok esetén az időbeli szűrést úgy célszerű végrehajtani, hogy a várható (menetrendben rögzített) indulási időben a vizsgált szállítási feladatok kombinált áruszállításra készen kell, hogy álljanak (itt a fő cél a teljes rakodás időbeli elhúzóadásának büntetése). Az (1.) képlet eredményét célszerű közvetlenül a haszonfüggvény számításánál figyelembe venni, azonban ügyelni annak helyes súlyára, vagyis az eredeti célfüggvény csökkentésének mértékére. A (2.) képletben az általam definiált büntetőfüggvény látható (RI^{BF} – a maximális rakodási időközt figyelembe vevő függvény), amelynek fő jellemzői:

- előzetes szűrést igényel: csak a 24 órán belül és/vagy az ütemezett indulási időponttól legfeljebb 24 órával korábban az átrakóterminálon átrakásra kész szállítási feladatokat veszi figyelembe (más időintervallum is használható);
- a növekvő várakozási/rakodási időket az időtényező súlyától függően gyorsuló ütemben bünteti (1. ábra);

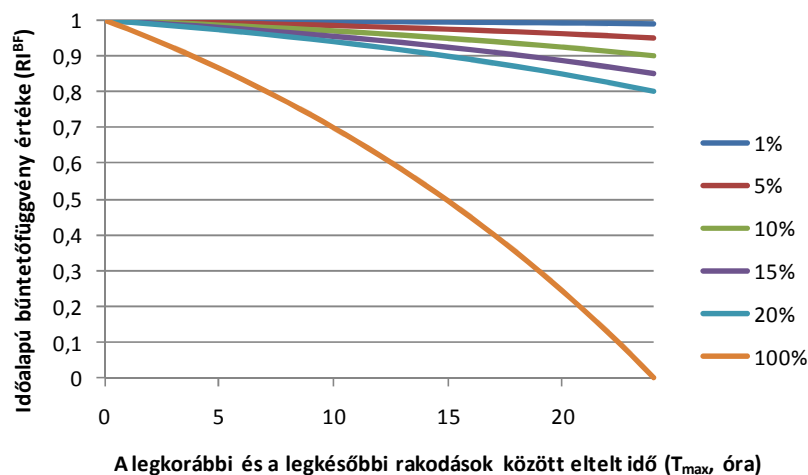
- maximális értéke 1, minimális értéke az időtényező súlyától függ (pl. 10%-os súly esetén maximálisan 10%-kal csökkenti a haszonfüggvény értékét (így például $H'=0,9 \cdot H \dots H$));
- a p^{BF} paraméter értéke 1%-os maximális csökkentő hatás esetén $58,1977 \cdot 10^{-4}$, ami az időtényező súlyával (mennyivel csökkenti az eredeti haszonfüggvény értékét, százalékban kifejezve) lineárisan változik (2. ábra).

Az RI^{BF} függvény különböző időtényező súlysúlyszámok (p^{BF} paraméter és a hozzá tartozó haszonfüggvény-csökkentés maximális százalékos értéke) melletti alakulása az 1. ábrán, míg RI^{BF} beépítése a haszonfüggvénybe a (3.) képletben látható.

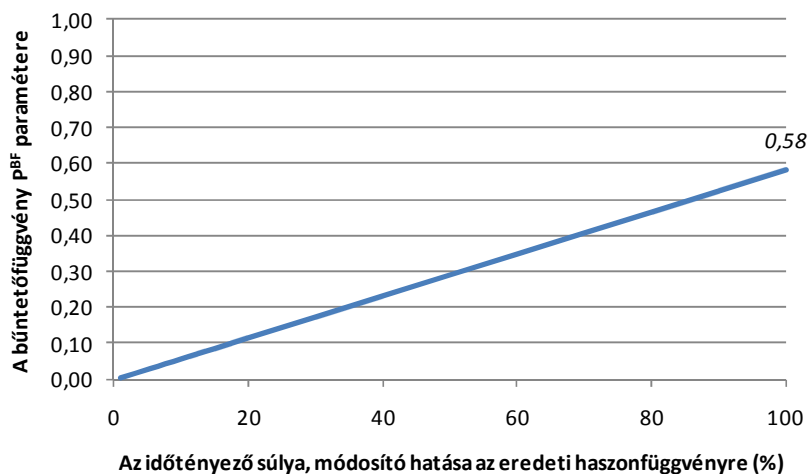
$$RI^{BF} = (1 + p^{BF}) - p^{BF} \cdot e^{\frac{T^{max}}{24}} \quad (2.)$$

$$H = RI^{BF} \cdot K^{CF} \cdot \frac{F^{CF}}{Q^{CF}} \Rightarrow \text{MAX!} \quad (3.)$$

A p^{BF} paramétert célszerű olyan értékűre megválasztani, amelyet a logisztikai folyamat adottságai indokolnak. Olyan feladatok esetén, ahol kevésbé lényeges a magasabb állásidő, a p^{BF} paramétert kicsire kell venni, amelynek hatására az eredeti haszonfüggvény csak kismértékben csökken. Azon feladatoknál, ahol az idő kritikus tényező, ezt növekvő százalékban kifejezett haszoncsökkentő hatásként kell alkalmazni.



1. ábra: Néhány lehetséges időalapú büntetőfüggvény különféle időtényező súlysúlyszámok (maximális százalékos csökkentő hatás) mellett



2. ábra: Az időalapú büntetőfüggvény p^{BF} paraméterének alakulása az időtényező súlyának (maximális százalékos csökkentő hatás) függvényében

1.2. A rendszermodell speciális (city logisztika) alkalmazási lehetőségeinek feltárása

1.2.1. Lehetőségek a városi áruszállítás hatékonyságának javítására

A szakirodalomban fellelhető, a fuvarbörzék komplex logisztikai folyamatokban, és ezen belül is a városi áruellátásban történő felhasználásának lehetőségét megemlíítő kutatások ([1], [2], [3], [4], [5]) áttekintése után az alábbi főbb megállapítások tehetők:

- a járművek és az üres futások számának csökkentése, valamint a járművek kihasználtságának növelése az egyik legfontosabb teendő;
- ehhez szükséges a fuvarpiaci szereplők közti kooperáció javítása, főként korszerű IT eszközök által, kommunikációs site-ok segítségével.

Az elektronikus fuvar- és raktárbörzék tulajdonképpen a fent említett virtuális találkozási felületek, amelyek célja a szállítási és raktározási piacon szereplő keresleti és kínálati oldalak összehangolása, különféle elektronikus kereskedelmi eszközök segítségével. A szállítási/raktározási szolgáltatók meghirdetik szabad kapacitásaikat, azok minden lényeges paraméterével együtt, és a leendő megbízók ezeket figyelembe véve végezhetnek kapacitáskeresést. Ugyanilyen módon a megbízók is közzé tehetik az elszállítandó/raktározandó rakománnyal kapcsolatos fő paramétereiket. Az elektronikus fuvar- és raktárbörzén, jellegénél fogva lehetőség van a kapacitásfelesleg szolgáltatók közti megosztására is.

Az elektronikus fuvar- és raktárbörzék city logisztikai alkalmazásai a lehetőségek széles tárháza ellenére jelenleg inkább csak egy-egy említés szintjén kerültek be a köztudatba, nem

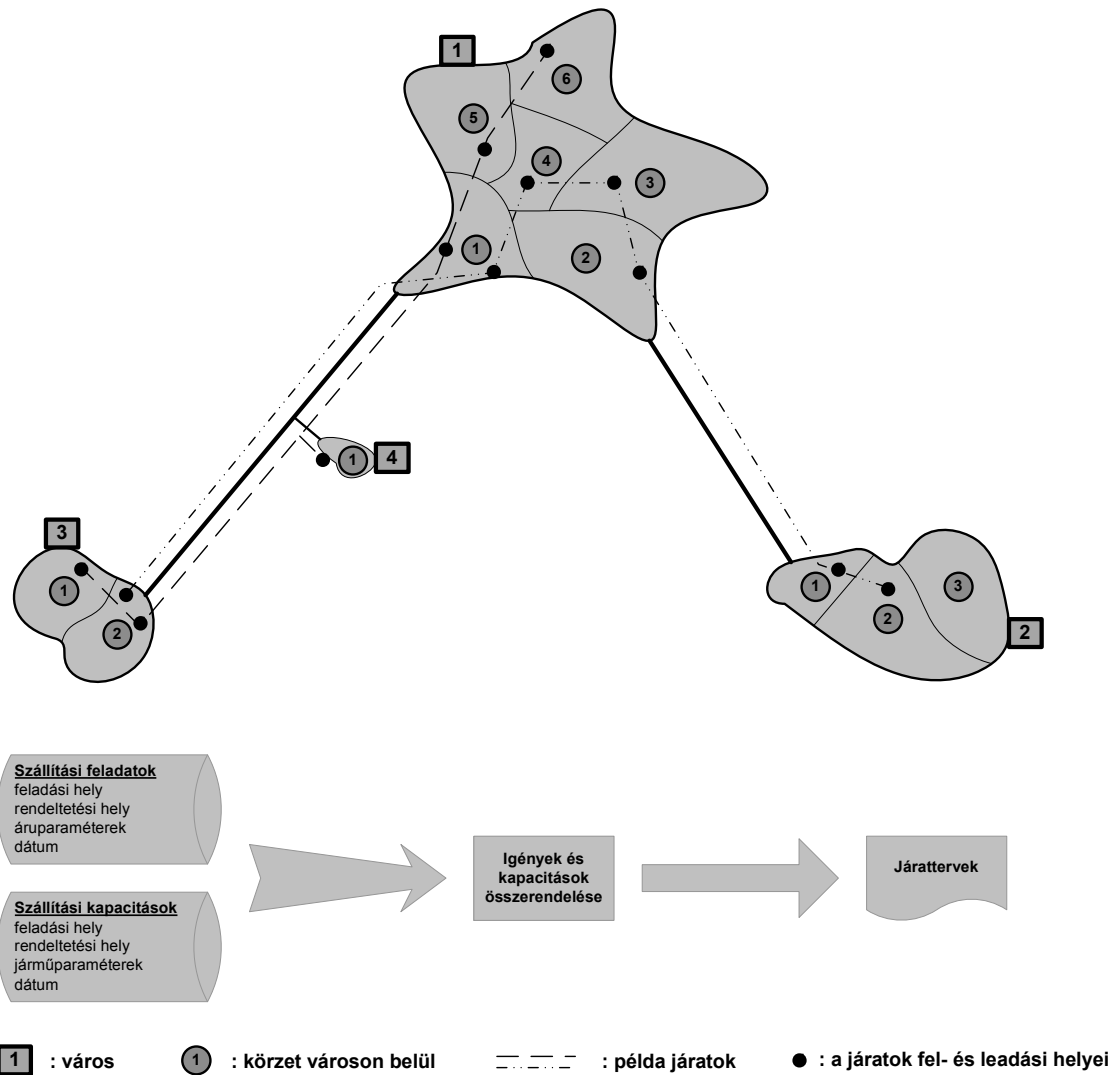
készült el a részletes működési koncepció. Ennek első mérföldkövét tartalmazzák a következő pontok, amelyekben első sorban az elektronikus fuvar- és raktárbörzék hasznosságát és alkalmazhatóságát szándékozom bizonyítani.

1.2.2. Fuvarbörzékkel támogatott városi áruellátási rendszer

Az elektronikus fuvarbörzék alapvető feladata a szállítási feladatok és a szállítási kapacitások összerendelése. A legegyszerűbb esetben egy fuvaroztató bízza meg a fuvarozót bizonyos mennyiségű áru (és ez által bizonyos járműkapacitás-kihasználtság mellett) egyik pontból egy másik pontba történő továbbítására. Ekkor azonban két nagy probléma merülhet fel: egyrészt a járművek kihasználtsága (teherbírás, rakfelület, raktérfogat) alacsony lehet, másrészt a visszfuvar lehetősége közel sem biztos, hogy adott. Ezen a ponton lép be az elektronikus fuvarbörzék szervező szerepe, hiszen lehetőség van a legjobb kapacitáskihasználtságot eredményező fuvarfeladat, illetve fuvarfeladatok megkeresésére vagy akár több fuvaroztató árujának egyszerre történő továbbítására (gyűjtő/elosztó szállítás, amennyiben az áruk jellege ezt lehetővé teszi), továbbá a visszfuvarok szervezésének lehetősége is adott. Ezen jellemzők teszik a fuvarbörzék alkalmazhatóvá a városi áruszállítás hatékonyságának javítására, hiszen segítségükkel a városba irányuló áruforgalmat kevesebb számú járművel, és így többek között kisebb környezeti terhelés okozásával képesek lebonyolítani.

A fuvarbörze hasznossága egy konkrét példán keresztül könnyen belátható. Egy képzeletbeli régió látható a 3. ábrán, amelynek négy települése közül egy tekinthető központnak (az 1-es számú), a többi pedig közepes (2-es és 3-as számú) és kis (4-es számú) település. A települések további körzetekre vannak bontva abból a célból, hogy az egy körzetbe irányuló áruforgalom összevonható, csoportosítható legyen.

A városokhoz tartozó igények és kapacitások a jellemző tulajdonságaik (kiindulási és célállomás, kapacitás és áruparaméterek, szállítás dátuma) alapján összerendelhetők, valamint a jelenleg is ismert és használt járat tervező rendszerekhez hasonló módon „túrák” képezhetők. Erre mutat be példát az 1. táblázat, ahol két járat került kialakításra (a 3. ábrán látható „térképen” szaggatott, illetve kétpontos vonallal jelölve, a bal oldali mátrix a szaggatott, a jobb oldali mátrix pedig a kétpontos vonallal jelölt túrát írja le). Az 1. táblázatban tulajdonképpen kettő darab honnan-hova mátrix látható (felhasználva a városok és a körzetek azonosítóit), a fekete négyzetek jelölik az igényeket, a „+” jelek pedig azt, hogy az adott járat szolgálja-e ki a jelölt igényt.



3. ábra: A fuvarbörzék városi áruellátás hatékonyságának fokozásában betöltött szerepe

A szaggatott vonallal jelölt járat esetén egy közepes nagyságú város (3-as sorszámú) és a központ (1-es sorszámú) közötti áruforgalom lehetséges lebonyolítási módja látható, ebbe a túrába beépítésre kerül egy útba eső falu (4-es sorszámú) igényeinek kielégítése is. A túra végén a visszafuvar lehetősége is adott, így a járműkihasználtság tovább fokozódik. Látható, hogy egy ilyen járat megszervezése, ahol hat különböző cím és három különféle település adott, a hagyományos módon nehéz lenne és minden bizonnyal magasabb járműszámot generálna. A járatok szervezésénél az eddig számba vett szempontokon kívül figyelembe kell venni többek között például a rakodási sorrendet is.

A kétpontos vonallal jelölt túra esetén a körzethez tartozó összes nagyobb település érintésre kerül. A jármű a 2-es sorszámú városból látja el a központot, majd innen juttat el további árut a 3-as sorszámú városba. Vagyis a fuvarbörzék által adott lehetőségek (főként a nagyszámú igény egyszerre történő áttekintése) miatt egy-egy teljes körzet/régió belső áruellátása

A fenti megoldás kiegészítésére nyújt lehetőséget az elektronikus raktárbörze, amelyen a fuvarozandó áruk számára lehet ideiglenes jellegű tárolás céljából tárhelyet foglalni. A 3. ábrára visszagondolva feltételezzük tehát, hogy a központ határában egy vagy több átrakóhely foglal helyet (például a 2-es és a 3-as település felé is egy-egy) és ezek kapacitásaira lehet foglalást tenni. A fuvarozók tehát a központon kívüli áruforgalmukat a fuvarbörze segítségével szervezik, míg a város szélére érve a raktárbörzén keresztül lefoglalt tárhelyen helyezhetik el az árujukat. A város széléről más (például nagyobb/kisebb kapacitású, környezetkímélő) járművekkel, vagy az ismert egyéb (például a városok villamos vonalainak felhasználásával) módszerekkel továbbítják a város körzetei felé az árukat. A városon belüli áruszállítást végző járműveket szintén a fuvarbörzén lehet kiválasztani. Más szavakkal kifejezve: a városközpontok felé például napi rögzített időpontokban indulnak járatok, amelyek kapacitásaira foglalást lehet tenni a fuvarbörze segítségével. A kutatásaim szerint a raktárbörze tehát kiegészítő szereppel bír: a városba több irányba/irányból érkező járműforgalom átrakással történő csökkentése céljából létesített raktárhelyek kiválasztására nyújt lehetőséget. Ez első sorban akkor célszerű, amikor a fuvarbörze pozitív hatásainak ellenére továbbra is nagyszámú, rossz kapacitáskihasználtság értékű jármű érkezik a városba. Ennek oka lehet, hogy a fuvarozók és a fuvaroztatók nem megfelelően használják a fuvarbörzét, a városokba nem engedik be ezeket a járműveket, további javulást céloznak meg a város vezetői. De a legfőbb okok mégis magának a megfelelően kialakított börzének a hiánya és hiányosságai miatt keletkezhetnek.

Levonható az a következtetés, hogy viszonylag kis beruházás árán, a fuvaroztatók és a fuvarozók megfelelő motiváltsága mellett (minden kapacitás és igény kerüljön be az elektronikus rendszerbe) kialakítható egy olyan elektronikus fuvar- és raktárbörze, amelynek segítségével a városi utak terheltsége csökkenthető. Önmagában azonban nem teljes értékű megoldás, hiszen szükség van az ismert, viszonylag nagyszámú megoldási lehetőség közül a magyar viszonyokhoz leginkább illő további city logisztikai megoldások bevezetésére is.

Az itt röviden bemutatott megoldási logika alapja nagyfokú rokonságot mutat a kombinált áruszállítással, hiszen bizonyos esetekben áruszállítási módváltás is megvalósulhat. Az elektronikus fuvar- és raktárbörzék, valamint a kombinált áruszállítás kapcsolatait és együttes felhasználásának lehetőségeit, a kutatásom során kifejlesztett, matematikai alapokon nyugvó, a városi áruellátás és a kombinált áruszállítás támogatására egyaránt képes hangyakolónia algoritmust is már bemutattam a korábbi kutatási jelentéseimben.

A munkaszakaszhoz kapcsolódó publikációk:

G. Kovács, K. Grzybowska: Logistics processes supported by freight and warehouse exchanges. 6th Scientific Conference Economy and Efficiency - contemporary solutions in logistics and production, 16-18. November 2011, Poznan (In: Selected logistics problems and solutions, Poznan, pp. 80-95., ISBN: 9788377750681).

Felhasznált irodalom

- [1] Duin, J. H. R, Kneyber, J. C. (2003), Towards a matching system for the auction of transport orders, Logistics systems for sustainable cities proceedings of the 3rd International conference on city logistics, Madeira, Portugal, 25-27 June 2003, p. 163-177.
- [2] Hayashi, K., Ono, H., Yano, Y. (2005), Efforts to make distribution and transportation more efficient through cooperation amount Japanese companies, Recent advances in city logistics proceedings of the 4th International conference on city logistics, Langkwai, Malaysia, 12-14 July 2005, p. 347-360.
- [3] Hayashi, K., Yano, Y. (2003), Future city logistics in Japan from the shippers' and carriers' view – prospects and recent measures to develop them, Logistics systems for sustainable cities proceedings of the 3rd International conference on city logistics, Madeira, Portugal, 25-27 June 2003, p. 263-277.
- [4] Holguín-Veras, J. (2003), On the estimation of the maximum efficiency of the trucking industry: Implications for city logistics, Logistics systems for sustainable cities proceedings of the 3rd International conference on city logistics, Madeira, Portugal, 25-27 June 2003, p. 123-134.
- [5] Jonkman, P., Taniguchi, E., Yamada, T. (2005), Evaluation of a freight auction in an urban transport network, Recent advances in city logistics proceedings of the 4th International conference on city logistics, Langkwai, Malaysia, 12-14 July 2005, p. 207-220.