

A városi koncentrált igénypont-halmazok áruellátási rendszerének új koncepciói a különböző közlekedési alágazatok lehetőségeinek kihasználásával

Dr. Bóna Krisztián*, Sárdi Dávid Lajos**

* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék, tanszékvezető, egyetemi docens (e-mail: krisztian.bona@logisztika.bme.hu)

** Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar, Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék, PhD-hallgató (e-mail: david.sardi@logisztika.bme.hu)

Absztrakt: A városi koncentrált igénypont-halmazok esetén relatíve kis területen nagyszámú üzlet helyezkedik el, nagy áruforgalmat generálva, amely komoly környezetterhelést jelent a városi utaknak, továbbá a városi közúti infrastruktúrát is nagymértékben terheli. A BME Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszékének city logisztikai kutatócsoportjában 2015 óta vizsgáljuk célzottan ezt a területet, ebben az időszakban pedig számos új, gateway-koncepció alapú megoldást dolgoztunk ki, amelyek a jövőben javíthatnának az említett problémákon. Cikkünkben ezeket a megoldásokat szeretnénk bemutatni, kitérve a tehergépkocsit, városi közúti vasutat, áruszállító hajókat, valamint metró alkalmazó rendszerkonceptiókra, a tehergépkocsit és villamost alkalmazó megoldásokat vizsgáló szimulációs modellre és annak eredményeire, valamint az áruszállító kerékpárok rendszerbe történő integrálásának lehetőségeire.

1. BEVEZETÉS

A city logisztika témakörén belül egy fontos, újszerű terület a koncentrált igénypont-halmazok city logisztikai rendszereinek vizsgálata, 2015-ben kezdtünk el ezen a területen kutatni. Ezek olyan igénypont-halmazok, ahol kis területen nagyszámú üzlet helyezkedik el, relatíve nagy áruforgalommal, valamint nagy vásárlóforgalommal. Ilyenek igénypont-halmazok például a bevásárlóközpontok, a bevásárlóutcák vagy a piacok. Korábbi külföldi projektek tapasztalatai szerint ezek az igénypontok jelentős áruforgalmat, környezet- és zajterhelést okoznak, miközben a logisztikai rendszereik nem megfelelően vannak kialakítva. Ennek ellenére a city logisztikai kutatások nem foglalkoznak célzottan ezzel a területtel, annak csak egyes részeit vizsgálták, külön-külön foglalkozva egyes bevásárlóközpontokkal vagy bevásárlóövezetekkel, de nem vizsgálva a különböző típusú koncentrált igénypont-halmazokat rendszerszinten. Ilyen korábbi kutatási irány például a bevásárlóközpontok és logisztikai központok optimális pozícióinak együttes keresése teljesítmény és költség szempontok alapján, kihagyva a rendszerből a bevásárlóövezeteket (Yang és Moodie, 2011). Szintén csak a bevásárlóközpontokkal foglalkozott egy szingapúri kutatás, a rakodási és parkolási területeket emelve ki, új megoldások hatásait is értékelve (Chiara és Cheah, 2017) Ezen kívül foglalkoztak még külön a repülőterekhez kapcsolódó city logisztikai kérdésekkel is (Boloukian és Siegmann, 2015), továbbá számos tanulmány vizsgálódott a konszolidációs központok, vagy éppen a különböző city logisztikai áramlatok optimalizálásának irányában. A napjainkban

működő, koncentrált igénypont-halmazokat kiszolgáló publikált city logisztikai rendszerek többnyire bevásárlóövezeteket szolgálnak ki, több típusú koncentrált igénypont-halmazokat (pl. bevásárlóközpontokat, piacokat és bevásárlóövezeteket) együttesen kezelő rendszert nem ismerünk.

A városi igénypontokat az 1. ábrán látható módon két fő csoportba sorolhatjuk: megkülönböztetünk önálló igénypontokat, valamint több önálló igénypontot valamilyen szempont szerint magukba foglaló koncentrált igénypont-halmazokat, ezekkel foglalkozunk a kutatásunkban (Bóna és Sárdi, 2018).



1. ábra: A városi igénypontok csoportosítása

A koncentrált igénypont-halmazokon belül kétféle koncentrálttság fordul elő: a nyílt, illetve zárt infrastruktúra által meghatározott koncentrált igénypont-halmazok esetén

más elven szerveződnek a halmazok. A nyílt infrastruktúrájú igénypont-halmaz egy olyan területet jelent, amelynél nem jelöli ki egy adott épület a koncentrált igénypont határait, hanem utak vagy terek veszik körül azt, ilyen lehet például egy utcák által határolt bevásárlóövezet vagy egy tér által meghatározott szabadtéri piac. Zárt infrastruktúrájú koncentrált igénypont-halmaz alatt bármely olyan épületet értjük, amely önálló igénypontokat halmazozza össze.

Látható, hogy a különböző módon csoportosuló koncentrált igénypont-halmazokon belül is számos csoport van. Bevásárlóövezeteknek, illetve bevásárlóutcáknak nevezzük a leglazább szerkezetű koncentrált igénypont-halmazokat, ezek esetében egy lényegében nyitott városi területen sűrűn elhelyezkedő önálló igénypontokról beszélünk, amelyeket az egymáshoz közeli elhelyezkedésük alapján rendelhetünk hozzá egy koncentrált igénypont-halmazhoz (pl. a Váci utca bevásárlónegyed Budapesten), melynek határait a közúti infrastruktúra (azaz utak és terek) jelölik ki. Ehhez hasonlóan, de sokkal kompaktabb módon kapjuk meg a nyílt területen elhelyezkedő, általában egy tér által határolt piacokat. A bevásárlóközpontok, épületben található piacok, hipermarketek, illetve repülőterek üzleteit ezekkel szemben kötöttebb módon, egy épülethez, illetve annak tulajdonosához kötődő kapcsolat révén rendelhetjük egy koncentrált igénypont-halmazhoz.

Annak ellenére, hogy ezek az igénypont-halmazok a korábbi külföldi projektek tapasztalatai alapján rendkívül nagy áruforgalmat bonyolítanak le, keveset foglalkoztak célzottan a logisztikai rendszereik vizsgálatával, sőt, a tervezési fázisok során is többnyire háttérbe szorul a logisztikai rendszerek méretezése, optimális kialakítása és szimulációs úton történő vizsgálata, mivel elsősorban a bevásárlóforgalom szempontjaival foglalkoznak. Mivel nem készültek még korábban a vizsgált koncentrált igénypont-halmazok logisztikai folyamatait kezelő modellek, nekünk pedig valós adatok sem álltak rendelkezésre ezekkel a folyamatokkal kapcsolatosan, így 2015-ben adatgyűjtésbe kezdtünk Budapesten. Ennek során három év alatt 4 koncentrált igénypont-halmaz (3 bevásárlóközpont és 1 bevásárlóövezet) 490 üzletének logisztikai jellemzőit részletesen is felmértük (Mészáros et al., 2017), ezek az adatok pedig lehetővé tették azt, hogy elkezdjünk foglalkozni ezeknek a rendszereknek a modellezésével, új city logisztikai rendszerek kialakításával, valamint szimulációs úton történő vizsgálatával.

A következőkben bemutatjuk a városi koncentrált igénypont-halmazok jelenlegi áruellátási rendszerét (melyet az adatgyűjtésünk és külföldi projektek tapasztalatai alapján vázoltunk fel), valamint bemutatjuk a különböző, szintén a kapott adatok alapján kidolgozott új koncepciókat is.

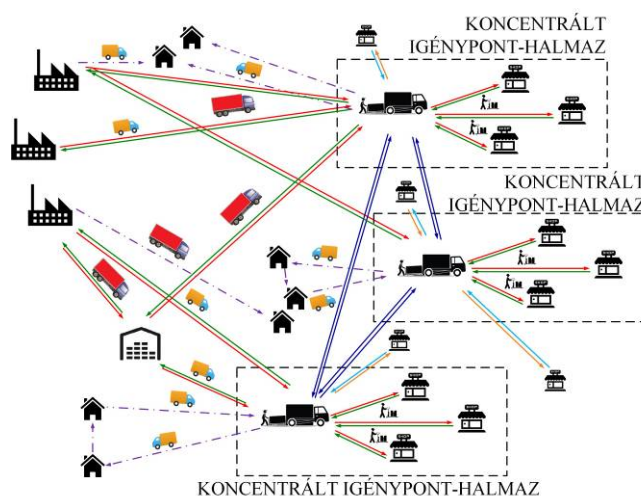
2. TEHERGÉPKOCSIKAT ALKALMAZÓ LOGISZTIKAI RENDSZERKONCEPCIÓ

A tehergépkocsikat alkalmazó logisztikai rendszerkonceptió kapcsán először szeretnénk bemutatni a jelenlegi áruellátási rendszert, majd kitérnénk az Európában napjainkban is működő, tehergépkocsikat alkalmazó city logisztikai

rendszerekre (köztük a koncentrált igénypont-halmazokat ellátóakra is), majd bemutatjuk a kidolgozott új rendszerkonceptiót, valamint néhány szimulációs eredményünket is.

2.1 Jelenlegi áruellátási rendszer

A különböző koncepciók vizsgálata során elsőként a jelenlegi rendszer struktúráját vettük fel az adatgyűjtési szakaszban felmért 4 koncentrált igénypont-halmaz megismert folyamatai alapján, ez a 2. ábrán látható. A jelenlegi rendszer elemzése azért is volt fontos, mert az aktuálisan létező problémák feltárásán felül a későbbi modellezési fázisban szükséges volt a jelenlegi rendszert is modellezni annak érdekében, hogy az új koncepciókra vonatkozó szimulációs eredményeinket tudjuk mihez hasonlítani.



2. ábra: A városi koncentrált igénypont-halmazok jelenlegi áruellátási rendszerének struktúrája

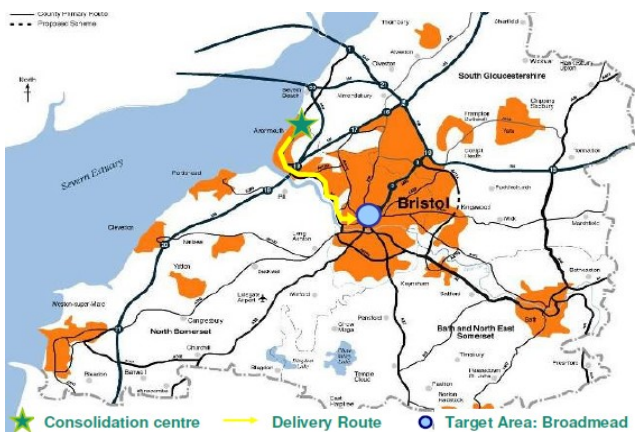
Látható, hogy a koncentrált igénypont-halmazok esetén számos résztvevője van a logisztikai folyamatoknak, ők pedig jellemzően személygépkocsikkal, illetve kis- vagy közepes méretű tehergépkocsikkal szállítanak. A koncentrált igénypont-halmazok beszállítói udvaraiba vagy közös rakodóhelyeire a beszállítóktól érkezik az áru, közvetlenül vagy logisztikai szolgáltató vállalatok közreműködésével és azok logisztikai szolgáltató központjainak érintésével. A halmaz típusától függően zárt infrastruktúra esetén általában beszállítói udvarokról, nyílt esetén pedig közös rakodóhelyekről van szó ezekben a logisztikai rendszerekben. A beszállítások általában (az egyszerre kezelt nagyobb mennyiségek miatt) célfuvarosan történnek, de időnként körjáratosan megoldás is előfordul (ez többnyire a logisztikai szolgáltató, illetve kiscsomag küldő vállalatok esetén valósul meg így). A beszállítói udvarokból (illetve közös rakodóhelyekről) a kiszállítást végző alkalmazottak vagy az üzlet alkalmazottai juttatják el az árut a megfelelő helyre. Az ellenkező irányú útvonalakon kezelik ekkor a göngyölegeket (pl. üres raklapok), a visszarukat, valamint a szervízbe szállítandó árukat, házhozszállítás történik a beszállítóktól és az üzletektől vegyesen (általában körjáratosan szervezve),

valamint megkülönböztünk különböző koncentrált igénypont-halmazokban található üzletek, illetve koncentrált igénypont-halmazban található üzletek és külső üzletek közötti szállításokat is, mindkét irányban (Sárdi és Bóna, 2017).

2.2 Tehergépkocsikat alkalmazó city logisztikai rendszerek Európában

Mivel napjainkban is a tehergépkocsi a városi áruszállítás elsődleges eszközei egyszerűségük és az infrastrukturális kérdések miatt, így értelemszerűen az új, gateway-koncepció alapú city logisztikai megoldásokban is többnyire ezeket alkalmazzák. Ezek esetén nincs szükség további infrastruktúra kiépítésére a rakodóhelyeken, illetve esetleges behajtást korlátozó elemeken felül, az új rendszerben pedig nem kell kezelni a kötött pályához vagy vízi utakhoz kapcsolódó kötöttségeket. A napjainkban működő európai rendszerek közül hármat szeretnénk bemutatni, a nagy-britanniai Bristol, illetve az olaszországi Lucca és Padova példáját.

Bristolban a Broadmead Freight Consolidation Scheme rendszerében hagyományos tehergépkocsi (egy 7,5, illetve egy 17,5 tonnás járművel) alkalmazásával egy a városhatáron (a központtól kb. 16 km-re, azaz kb. 25 percnyi utazásra) található konszolidációs központból (ld. a 3. ábrán) szolgálják ki a városközponti bevásárlóövezet üzleteit, ahol hozzávetőlegesen 300 üzlet található. A city logisztikai rendszerben a terület 63 üzlete vesz részt, ezeket pedig közvetlenül a célterületen belüli rakodóhelyekről szolgálják ki a city logisztikai szolgáltató járműinek igénybevételével. A prezentált vizsgálati időszakban 72%-kal sikerült lecsökkenteniük a szállítási tranzakciók számát, ez pedig a káros anyag kibocsátás szignifikáns csökkenésével járt együtt, a CO₂ kibocsátás 11 tonnával, az NO_x kibocsátás 1,75 tonnával, a PM10 kibocsátás pedig 243 kg-mal csökkent le ezalatt, miközben nem keletkezett a rendszerben semmilyen árukár. Kiemelendő, hogy a rendszer résztvevőinek 94%-a ajánlaná is más üzleteknek a részvételt, azaz elégedettek az érdekelt felek ezzel a megoldással (Hapgood, 2009).



3. ábra: A bristoli Broadmead Freight Consolidation Scheme rendszer konszolidációs központja és beszállítási útvonala (Hapgood, 2009)

A padovai Cityporto rendszerben a bristolhoz hasonló megoldás működik, metángáz meghajtású tehergépkocsikkal (ld. a 4. ábrán). Itt a szintén a város szélén található konszolidációs központból, az Interporto logisztikai központból végzik a beszállításokat, a rendszer pedig Padova történelmi városmagját szolgálja ki. Ebben a rendszerben biztosított a beszállító járművek számára a korlátozott forgalmi övezet elektronikus vezérelt kapukon keresztül történő folyamatos hozzáférése, valamint külön áruforgalmi sávok és rakodóhelyek is rendelkezésre állnak. Ennek a rendszernek köszönhetően a 2004 óta eltelt években Padova történelmi városrészében az áruszállítással kapcsolatos forgalom racionalizálódott (Bóna, 2010). A vizsgálati időszakban itt is komoly káros anyag kibocsátást sikerült elérni, 219 tonnával csökkent a CO₂, 369 kg-mal az NO_x, 72.8 kg-mal az SO_x és 51.4 kg-mal a PM10 kibocsátása (Eltis, 2015c).



4. ábra: Tehergépkocsi a padovai Cityporto rendszerben (Eltis, 2015c)

Szintén Olaszországban működik a CEDM (Centre for Eco-Friendly City Freight Distribution) rendszere, Luccában. Ebben a rendszerben tisztán elektromos járműflottával dolgoznak, a történelmi városmagot kiszolgálva, ahol hozzávetőlegesen 1.500 igénypont (üzletek, egyéb kereskedelmi tevékenységet folytató vállalkozások) található. A rendszert a város szélén található Luccaport konszolidációs központból szolgálják ki. 2007 óta 200.000 szállítási tranzakciót bonyolítottak le, ez pedig 320 tonnával csökkentette le a CO₂ kibocsátást, 2 tonnával a CO kibocsátást, valamint 120 kg-mal a PM10 kibocsátást (Eltis, 2015d).

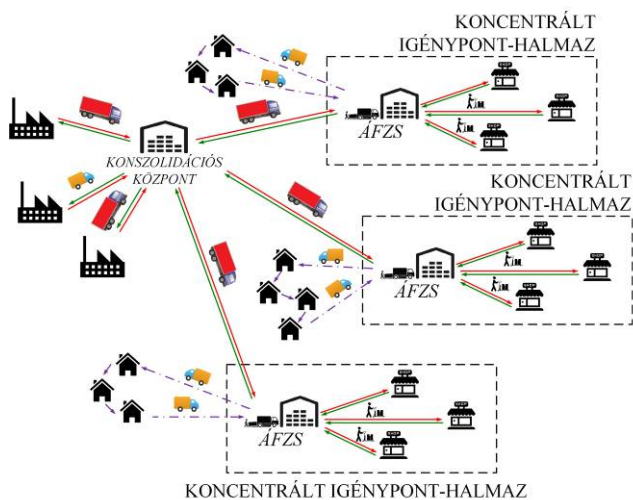
Látható, hogy napjaink city logisztikai rendszereiben mindenféle meghajtási módú tehergépkocsi megjelenik, a hagyományos megoldásoktól, a metángázon át az elektromos járművekig. Természetesen számos további tehergépkocsi alkalmazó rendszer létezik, számunkra ennek a három rendszernek a pozitív tapasztalatai alapozták meg azt, hogy kidolgozzunk a koncentrált igénypont-halmazok áruellátási rendszerére tehergépkocsi alkalmazó jövőbeni megoldást is.

2.3 Tehergépkocsikat alkalmazó rendszerkoncepció

A kutatásunk során gateway-koncepció alapú, többlépcsős city logisztikai rendszereket dolgoztunk ki a városi koncentrált igénypont-halmazok áruellátási rendszerére. Az alapkoncepcióban az igénypont-halmazok és a beszállítók közé egy konszolidációs központot telepítünk, amelyben konszolidálhatjuk (összevonhatjuk, egyesíthetjük) a szállítási tranzakciókat, ide szállítanak be közvetlenül a beszállítók tehergépkocsikkal (ezek lehetnek kis- közepes méretű és nagytehergépkocsik is), valamint készletezési szerepet is el tud látni ez a központ, ennek eredményeképpen a beszállítók ritkábban és nagyobb mennyiségeket tudnak a központba juttatni (Sárdi és Bóna, 2017).

A koncentrált igénypont-halmazokon a beszállítói udvarokat, illetve rakodóhelyeket áruforgalmi zsilipekké (az ábrákon: ÁFZS) alakítjuk át (akár több lépcsőben, pl. bevásárlóövezetek esetén zsilipeket létesítve, majd onnan kijelölt rakodóhelyekre szállítva az árut). Ekkor a konszolidációs központból nagyobb árumennyiségeket szállítunk nagyobb (a rendszert működtető city logisztikai szolgáltató által üzemeltetett) járművekben a zsilipekbe, ahol cross docking jelleggel átmeneti tárolásra is van lehetőség, megkönnyítve pl. a városi közlekedési szempontból rendkívüli módon kedvező éjszakai szállítást. Az áruforgalmi zsilipből ekkor a city logisztikai szolgáltató alkalmazottjai juttatják el a dekonszolidációt (azaz a konszolidált egységgrakományok megbontását) követően az árut a koncentrált igénypont-halmaz üzleteibe. A házhoz szállítandó árut ebben a koncepcióban a konszolidációs központban készítik össze, majd a beszállításokkal együtt jutnak el a zsilipekig, ahol átrakják az árut a házhozszállítást végző tehergépkocsikra, melyek körjáratosan keresik fel a házhozszállítási igénypontokat.

Ebben az 5. ábrán is látható koncepcióban ezeket a beszállításokat tehergépkocsikkal hajtjuk végre, ezek a járművek tetszőleges meghajtásúak lehetnek a koncepció szerint, azonban a zöld szempontokat figyelembe véve célszerű környezetbarát tehergépkocsikat alkalmazni.



5. ábra: A városi koncentrált igénypont-halmazok új áruellátási rendszerének koncepciója tehergépkocsik alkalmazásával

Ennek a rendszerkoncepciónak a legfontosabb előnye az, hogy a konszolidációs központ készletezési szerepének, valamint a szervezési megoldás miatt növekvő járműkihasználtságnak köszönhetően jelentősen csökken a tranzakciók száma, ezáltal pedig a menetteljesítmény és a káros anyag kibocsátás is, mint az a működő európai rendszerek példáin is jól látszott. A tehergépkocsit alkalmazó megoldást Budapestre vonatkozólag részletesebben is megvizsgáltuk szimulációs úton, ennek eredményeit a következőkben szeretnénk bemutatni.

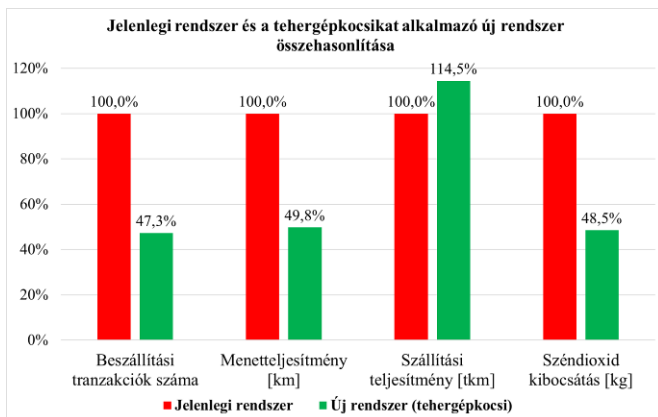
2.4 A tehergépkocsit alkalmazó rendszerkoncepció szimulációs vizsgálata

A koncepciókat egy saját fejlesztésű, MS Excel alapú mezoszkopikus szintű szimulációs modell használatával vizsgáltuk meg. A szimulációs modellben felépítettük a jelenlegi rendszert és a tehergépkocsikat alkalmazó új rendszerkoncepciót is, így a szimulációs eredmények lehetővé tették számunkra az összehasonlítást is. A modell bemeneti adataiként a korábbi adatgyűjtésünk eredményei szolgáltak, abból is 3 bevásárlóközpont 178 üzletére vonatkozó adatokkal dolgoztunk, mivel ezek voltak a legrelevánsabb felhasználható adatsorok (Sárdi és Bóna, 2019).

A modell alkalmazásával kapott eredmények alapján a jelenlegi rendszerben egy hónap alatt várhatóan 1.346,1 tonna árut (szórás 31,8 t) szállítanak be. Ez további 44,8 tonna (szórás 0,4 t) göngyöleg kezelését generálja, valamint havonta várhatóan 54,1 tonna (szórás 2,3 t) árut szállítunk házhoz a vizsgált bevásárlóközpontokból. Ez összesen havi 3396,7 beszállítási tranzakciót jelent a szimulációs futtatások alapján (szórás 16,5), melyekhez minden esetben tartozik göngyölegkezelés vagy üresjárat is. Ezen felül szükség van 4097 házhozszállítási tranzakcióra a jelenlegi logisztikai rendszerben (szórás 72,8). Ezen tranzakciók során összesen 635.385 km utat kell megtenni a járműveknek egy hónap alatt, ami összesen 3.132,2 liter benzin, illetve több, mint 37.253,1 liter gázolaj elégetését jelent, ami megjelenik a kibocsátásoknál is, pl. 7,11 tonna CO₂-t, illetve 14,3 kg NO_x-et bocsátanak ki a járművek a jelenlegi rendszerben a vizsgált budapesti bevásárlóközpontok kiszolgálása során. Ekkor a beszállítások és a göngyölegkezelés során összesen 152.851,7 tonnák áruszállítási teljesítmény jelentkezik a rendszerben.

A szimulációs futtatások alapján a jelenlegi rendszert összehasonlíthatjuk az előbbi fejezetben bemutatott új rendszerkoncepcióval. Ennek esetét vizsgálva a modellezett árumennyiség 1.356,2 tonna a beszállítók és a konszolidációs központ között (szórás 77 t), a központ és a bevásárlóközpontok között pedig 1338,1 tonna (szórás 41,5 t) árumennyiséget kapunk (ekkor a mennyiségek közötti eltérés a független kísérletekből és a független véletlenszámgenerálásból ered). Göngyöleg esetében ekkor 43,9 tonna

(szórás 2,7 t), illetve 47,4 tonna (szórás 1,6 t) a kezelendő mennyiség a két szakaszon, a házhoz szállítandó árumennyiség az új rendszerben pedig 49,8 tonna (szórás 3,7 t) havonta (a házhozszállítási tranzakciók pedig az áruforgalmi zsilipekből indulnak). Ez a beszállítók és a központ között havi 1.338,9 beszállítást jelent (szórás 16,7), a központ és az igénypont-halmazok között pedig tehergépkocsi használatával 268,7 (szórás 6) konszolidált beszállításra lesz szükség, 90%-os átlagos kihasználtsággal számolva. Ezekhez a mennyiségekhez a vizsgált koncepcióban 316.109 km menetteljesítmény tartozik (ez 50,2% csökkenést jelent a jelenlegi rendszerhez képest), ami 1.729,2 liter benzinfogyasztással (44,8% csökkenés), illetve 17.473,8 liter gázolajfogyasztással jár (53,1% csökkenés), amelyekből pl. 3,5 tonna CO₂ kibocsátás keletkezik (51,5% csökkenés). Ez 174.983,4 tonnák szállítási teljesítményt jelent a beszállítások és a göngyölegkezelés során (14,5% növekedés). Itt a növekedés annak köszönhető, hogy az áruk minden esetben egy új csomóponton, a konszolidációs központon haladnak keresztül. Mivel összesen kevesebb szállítási tranzakcióra van szükség a vizsgált új rendszerkoncepcióban, így a többi fontos paraméter (így a menetteljesítmény, a fogyasztás és a káros anyag kibocsátás) csökkenni fog, alapvetően a jobb szervezésnek és így a jobb járműkihasználtságnak köszönhetően. Néhány fontos paraméter százalékos változása a 6. ábrán látható, a jelenlegi rendszert tekintve 100%-nak.

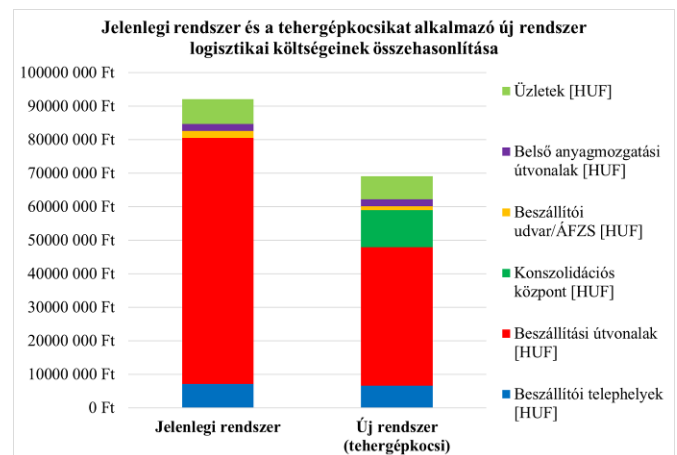


6. ábra: A jelenlegi rendszer és a tehergépkocsikat alkalmazó új koncepció összehasonlítása a szimulációs eredmények alapján

A teljesítményparaméterek értékelése után megvizsgáltuk a logisztikai költségek alakulását is, azt feltételezve, hogy a beillesztett új csomópont miatt drágább lesz az új rendszer üzemeltetése. A költségek vizsgálatához a szimulációs modellbe integráltuk az általunk kidolgozott matematikai költségmodellt (Bóna et al., 2018). A szimulációs eredmények alapján ekkor a jelenlegi rendszerben a vizsgált 3 bevásárlóközpont 178 üzletére becsülve átlagosan havi 92,16 millió fontos logisztikai költséget kaptunk (szórás 1,49 millió Ft), ennek legnagyobb hányada pedig a 73,41 millió forintos szállítási költség. A feltételezéseinkkel ellentétben, az összes logisztikai költség az új rendszerben

tehergépkocsi alkalmazásával 69,17 millió forintra csökken le (szórás 1,54 millió Ft), így várhatóan 24,9%-os költségcsökkenést jelentene a vizsgált új rendszerkoncepció az üzemeltetési költségek oldaláról, elsősorban a beszállítási útvonalakon jelentkező 43,8%-os költségcsökkenésnek köszönhetően. A költségek változását a 7. ábra mutatja, költséghelyek szerinti bontásban.

Ez az eredmény azt jelzi, hogy a vizsgált új koncepció alkalmazásával vélhetően nem csak a teljesítmények és kibocsátások, hanem még a napi működés költségei is lecsökkenthetők lennének (Bóna és Sárdi, 2018). A következőkben bemutatjuk, hogy a tehergépkocsikat hogyan válthatjuk ki nagyobb volumenek szállítására is alkalmas további közlekedési alágazatokkal.



7. ábra: A jelenlegi rendszer és a tehergépkocsikat alkalmazó új koncepció logisztikai költségeinek összehasonlítása a szimulációs eredmények alapján

3. KÖTÖTT PÁLYÁS JÁRMŰVEKET ALKALMAZÓ ALTERNATÍV RENDSZERKONCEPCIÓK

Mivel a városi közutak napjainkban jelentősen túlterheltek, érdemes olyan koncepciókban is gondolkodni a koncentrált igénypont-halmazok vizsgálata során is, amelyekben más közlekedési alágazatok lehetőségeit is kihasználjuk. Ezek közül elsőként a kötött pályás megoldásokat szeretnénk kiemelni, azok közül is a városi közúti vasutat (azaz villamost), illetve a metróhálózat alkalmazási lehetőségeit. Szintén érdemes lehet a nagyvasúti hálózatot integrálni a vizsgált rendszerbe (pl. a konszolidációs központ beszállításai során), valamint a villamoshálózathoz hasonlóan lehet a helyi érdekű vasúthálózattal is foglalkozni, jelenlegi cikkünkben azonban ezeket nem vizsgáljuk részletesebben.

3.1 Városi közúti vasutat (villamost) alkalmazó rendszerkoncepció

A városi közúti vasút alkalmazása nem egy újkeletű koncepció, napjainkban is több európai városban történik teherszállítás a városi villamoshálózaton, illetve az elmúlt években további pilot jellegű rendszerek is működtek. A németországi Drezdában a Volkswagen gyár kiszolgálásában

vesznek részt áruszállító villamosokkal 2001 óta (CarGoTram), a VW logisztikai központját és gyáregységét összekötve (Vollmer, 2017). Ebben a rendszerben speciális, áruszállításra kialakított szerelvényekkel dolgoznak. A svájci Zürichben 2003 óta működik menetrendszerinti hulladékszállítás a villamoshálózatot használva (Cargo-Tram, ld. 8. ábra), 2006 óta pedig az E-Tram nevű megoldás az elektromos hulladék elszállítását teszi lehetővé a városban (VBZ, 2019). Ebben a rendszerben pótkocsikkal ellátott szerelvények végzik el a hulladékkezelési feladatokat.



8. ábra: Cargo-Tram szerelvény Zürichben (VBZ, 2019)

Különböző áruszállítási feladatok ellátására működtek még pilot jellegű projektek több városban is, mint például az ausztriai Bécsben (GüterBim, 2006-2007) (Gerstl, 2019), a hollandiai Amszterdamban (CityCargo, 2007-2009) (Eltis, 2015b) vagy a franciaországi Saint Etienne-ben. Utóbbi esetében 2017-ben zajlott a tesztüzem, melynek során egy átalakított személyszállító szerelvényvel dolgoztak, melynek kapacitása egy közepes méretű tehergépkocsivaléval hozzávetőlegesen megegyező volt (10-15 t). A projekt során egy szupermarketet szolgálták ki napi 6 beszállítással, a jármű megrakása egy logisztikai központban történt, a lerakodást pedig egy villamosmegálló peronjánál végezték el. A tesztprojekt során 6 nap alatt 17 tonna árut mozgattak meg, a személyforgalom akadályozása nélkül (Efficiacity, 2017). A St. Etienne-i áruszállító villamos belső kialakítása a 9. ábrán látható.



10. ábra: Áruszállító villamos belső elrendezése Saint Etienne-ben (Rail for the valley, 2017)

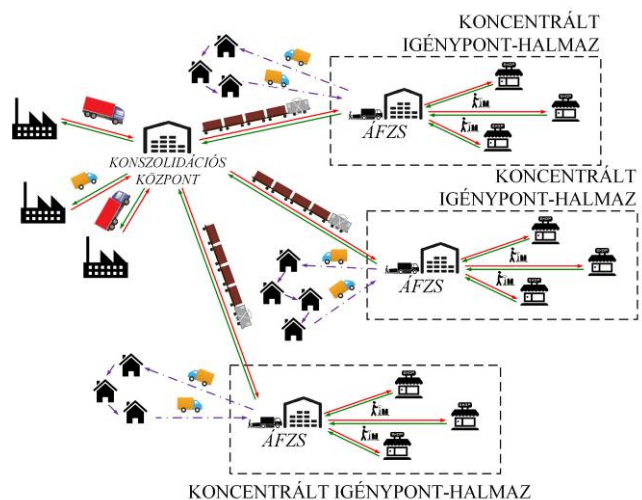
Megemlítendő, hogy 1996-ig a budapesti villamoshálózaton is jelentős mértékű teherszállítás zajlott, kihasználva a hálózat kapcsolódási pontjait a MÁV hálózatához. Ehhez hasonlóan a Budapesti Helyiérdekű Vasút hálózatán is

jelentős volt a teherforgalom, számos iparvágányt szolgáltak ki Budapesten a villamos- és HÉV-vonalakról (pl. Kőbányai Sörgyár, Ganz Villamossági Művek). Ezen kívül a MÁV Déli pályaudvarra tartó szénszállítmányainak kezelésében, illetve a budapesti autóbuszgarázsok gázolaj igényének kielégítésében is részt vett a városi közúti vasúti hálózat (VEKE, 2007). Ezekkel szemben napjainkban csak üzemi célú szállításokra (személyszállító villamos szerelvények, forgóvázak stb. szállítására) használják a BKV tehervillamos flottáját, melynek két tagja a 11. ábrán látható.



11. ábra: BKV „Muki” tehervillamosok (70-es típusjelzésű motoros fedett teherkocsik) Budapesten

A budapesti villamoshálózat jó adottságai miatt úgy gondoltuk, hogy a tehergépkocsikat alkalmazó koncepcióhoz hasonlóan kidolgozunk egy közúti vasúti szerelvényeket alkalmazó rendszerkoncepciót is. Budapesten a koncentrált igénypont-halmazok jelentős része a villamos-hálózathoz közel fekszik, így iparvágányok kialakítása nélkül, vagy viszonylag rövid iparvágány zsilipekig történő kiépítésével megvalósítható lenne a 12. ábrán látható a megoldás, de számos egyéb innovatív alternatív hálózati kapcsolódási lehetőség is szóba jöhet (pl. automata átadó pontok).

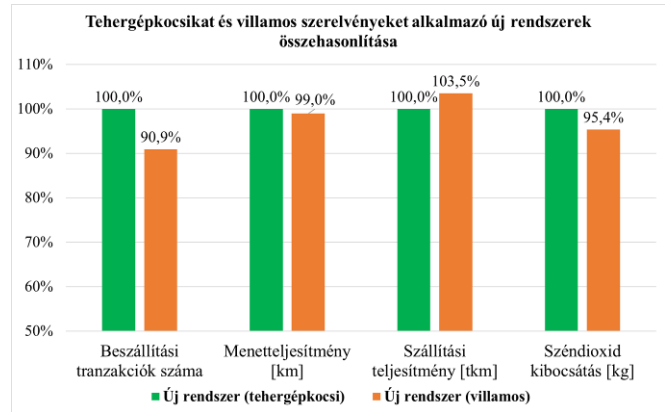


12. ábra: A városi koncentrált igénypont-halmazok új áruellátási rendszerének koncepciója közúti vasúti szerelvények alkalmazásával

Mint az a fenti ábrán is látható, ebben a koncepcióban hasonlóan épül fel a folyamat, mint a tehergépkocsi alkalmazó megoldás esetén, a fő különbség az, hogy a konszolidációs központ és az áruforgalmi zsilipek közötti szállításokat villamos szerelvényekkel (a szimulációs modellben ezek négykocsis szerelvények) bonyolítjuk le, melyek megrakása a konszolidációs központban, lerakása pedig a zsilipben történik meg. Egy ilyen koncepcióban akár speciális intermodális egységek szállítása is elképzelhető, ezáltal lehetővé téve a villamos-szerelvény gyors továbbhaladását. Ezt a koncepciót is megvizsgáltuk az MS Excel alapú szimulációs modellünk alkalmazásával, ennek eredményeit a következő pontban mutatjuk be.

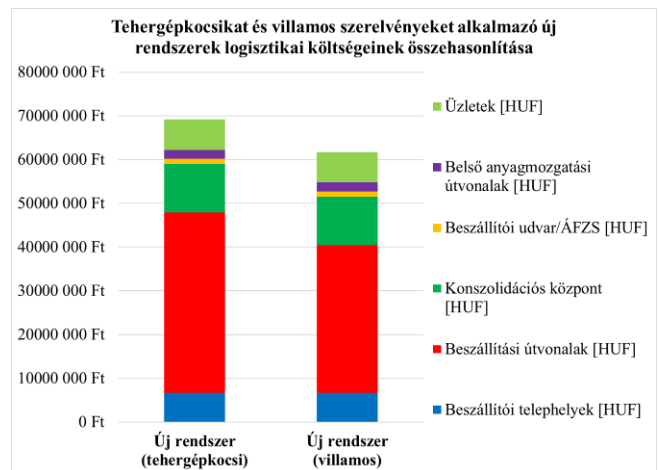
3.2 Városi közúti vasutat alkalmazó rendszerkoncepció szimulációs vizsgálata

A szimulációs modellünkkel a villamos szerelvényeket alkalmazó koncepciót a jelenlegi rendszerrel és a tehergépkocsi alkalmazó rendszerrel is összehasonlítva vizsgáltuk. A villamost alkalmazó rendszerkoncepcióban az azzal együttesen vizsgált tehergépkocsikat alkalmazó koncepcióhoz hasonlóan a modellezett árumennyiség 1.356,2 tonna a beszállítók és a konszolidációs központ között, a központ és a bevásárlóközpontok között pedig 1338,1 tonna. A kezelendő göngyölegmennyiség és a házhoz szállítandó áruk mennyisége is hasonlóan alakul. Ebben a koncepcióban is a beszállítók és a központ között havi 1.338,9 beszállítást kapunk, míg a központ és az igénypont-halmazok közötti közúti vasúti szerelvényekkel 123,1 (szórás 3) konszolidált beszállításra lesz szükség, így a szállítási tranzakciók teljes rendszerre vett száma 9,1%-kal csökken a tehergépkocsi alkalmazó megoldáshoz képest. A konszolidált beszállítások során villamost alkalmazva ekkor a várható összes menetteljesítmény hozzávetőlegesen 312.890,1 km-re csökken le (a jelenlegi értékhez képest 50,8%-kal, a tehergépkocsi alkalmazó koncepcióhoz képest ez 1%-os csökkenést jelent). Ez havi szinten 17.169,2 kWh elektromos áramfogyasztást ad, amely nem jár közvetlen káros anyag kibocsátással, illetve kismértékben tovább csökken emiatt a rendszerszintű üzemanyagfogyasztás és káros anyag kibocsátás is. Villamos alkalmazása esetén a rendszerszintű összes szállítási teljesítmény 181.136,9 tonnák lesz (18,5% növekedés a jelenlegihez képest és 3,5% növekedés a tehergépkocsi alkalmazó megoldáshoz képest, a villamos hálózaton egy-egy szállítás során megtett hosszabb út miatt). Néhány fontos paraméter százalékos változása a 13. ábrán látható, a tehergépkocsikat alkalmazó koncepciót tekintve 100%-nak.



13. ábra: A tehergépkocsi és a villamost alkalmazó új koncepció összehasonlítása a szimulációs eredmények alapján

Megvizsgáltuk a költségek alakulását is a villamost alkalmazó rendszer esetén. Az összes logisztikai költség ebben a koncepcióban 3 bevásárlóközpont 178 üzletének kiszolgálása során havi 62,59 millió forint lesz. Ez 32,1%-os csökkenést jelent a jelenlegi rendszerhez képest (annak esetén havi 92,16 millió forintos összes költséget kaptunk), a tehergépkocsi alkalmazó új koncepcióhoz képest pedig 9,5%-os csökkenést kaptunk annak 69,19 millió forintos összes költséghez viszonyítva. A további költségcsökkenés a beszállítási útvonalakon jelentkező szállítási költség csökkenésének köszönhető, itt 18,1%-os csökkenést kapunk a tehergépkocsi alkalmazó koncepcióhoz képest, a jelenlegi rendszerrel összehasonlítva pedig 53,9%-kal csökkent le az összes szállítási költség. A két új modellezett koncepció logisztikai költségeinek összehasonlítása a 14. ábrán látható.



14. ábra: A tehergépkocsi és a villamost alkalmazó új koncepciók logisztikai költségeinek összehasonlítása a szimulációs eredmények alapján

A közúti vasúti szerelvényeket alkalmazó koncepció vizsgálatát követően érdemesnek tartottuk megvizsgálni azt is, hogy hogyan lehetne a metrókat is beintegrálni a városi koncentrált igénypont-halmazok logisztikai rendszerébe.

3.3. Metrót alkalmazó rendszerkoncepció

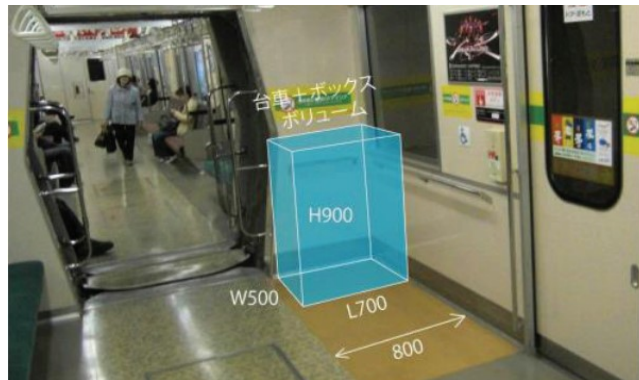
A metrót alkalmazó megoldás egy jó alternatívaként merülhet fel, mivel nem terhelné a városi közutakat, nagy volumenű elszállítására lehet képes nagy sebességgel és itt is alkalmazhatunk elektromos meghajtású járműveket. A kifejezetten utasszállításra rendszeresített metróhálózatokban napjainkban nem működik egyetlen olyan rendszer sem, amely logisztikai funkciókat is ellát, azonban több ilyen jellegű pilot projekt és kutatás is megemlíthető. Ezek során három lehetséges megoldást fogalmaztak meg a metrókkal történő áruszállítási lehetőségekre: az éjszakai, a nappali és a kombi áruszállítást. Az éjszakai szállítás nagy kapacitást biztosítana, mivel ilyenkor az egész utasterület rakterületé válhatna, viszont akadályozná az éjszakai karbantartási, illetve pályatisztítási munkákat. Nappali szállítás csak a személyszállítási rendszerhez igazítottan lehetne megoldani úgy, hogy az utas- illetve áruszállító vonatok egymást követve közlekedjenek. Emiatt kisebb kapacitás állna rendelkezésre a nap során mind az áruszállítási, mind az utasszállítási feladatokra, a rakodást pedig az utasforgalom zavarása nélkül kellene megoldani izoláltan. Harmadik lehetséges megoldás a kombi szállítás lenne, ahol a metrószerelvényeket egyszerre használnánk utas- és áruszállításra, így az üzemeltetése csak relatív magas értékű áruk esetén lenne megoldható, szintén izolált rakodás mellett (Robinson és Mortimer, 2004).

Megemlíthetünk néhány földalatti áruszállításra kialakított korábban működő rendszert. Az angliai Londonban 1927-től 2003-ig működött a Mail Rail rendszer, mely levelek kézbesítését szolgálta. Ennek a rendszernek a szerelvényei kisebbek voltak, mint az utasszállítást végzők, az állomások azonban hasonlóak voltak a két hálózatban a 15. ábrán látható módon (The Postal Museum, 2011). Az Amerikai Egyesült Államokban található Chicagóban szintén működött egy ehhez hasonló rendszer, azonban itt már szén-, illetve élelemszállítást is végeztek, a rendszer vonalait postákat, üzleteket és gyárakat is összekötötték (The Chicago Tunnel Company Railroad, 2004).



15. ábra: A Mail Rail rendszer szerelvénye Londonban (The Postal Museum, 2011)

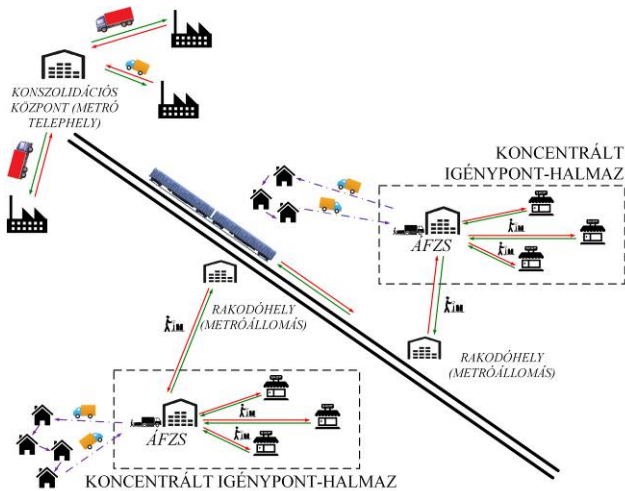
A Japán Szapporóban 2010-ben két hétig tesztelték a metróval történő áruszállítást egy pilot projekt során. A projektben az utasokkal együtt szállították az árukat kézikocsikon, melyeket a kerekesszékeseknek fenntartott területeken helyeztek el a 16. ábrán látható módon. Ebben a megoldásban a metróhoz lift juttatta el az árukat a felszínről (Kikuta et al., 2012).



16. ábra: Áruszállítási koncepció metró alkalmazásával Szapporóban (Kikuta et al., 2012).

2002-ben a hollandiai Amszterdamban is tesztelték egy hasonló koncepciót alapuló rendszert, azonban itt virágok szállítását végezték automata vezérlésű szállító eszközökkel a földalatti alagúthálózatban (Milinković és Pantelić, 2015). Ezek a koncepciók jól mutatják azt, hogy a városi áruszállítás metróval történő megvalósítása szintén nem teljesen új elgondolás, azonban azt is látni kell, hogy a számos akadályozó tényező miatt napjainkban nem működnek ilyen rendszerek.

Ezekből a megoldásokból kiindulva elkezdünk gondolkodni egy metrókat alkalmazó áruszállítási megoldáson is, melynek az alapkoncepciója a 17. ábrán látható. Ebben a megoldásban a metró telephelyén létesítjük a konszolidáció központot, innen indulnak a szállítások. Az alapkoncepcióban lehet szó éjszakai, nappali és kombi megoldásról is, de alapvetően a volumen miatt az utóbbi megoldás megfelelőnek tűnik. Az áruszállító szerelvények ezt követően felkeresik a metróállomásokon található rakodóhelyeket, onnan pedig a koncentrált igénypont-halmazok áruforgalmi zsilipjeibe mozgatják az árut.



17. ábra: A városi koncentrált igénypont-halmazok új áruellátási rendszerének koncepciója metró alkalmazásával

A metróval történő áruszállítás kapcsán (elsősorban Budapest példáját vizsgálva) azonban számos probléma fogalmazódott meg. Kiemelendő, hogy jelenleg az infrastruktúra állapota nem éppen ideális az ilyen típusú fejlesztésekhez. További probléma, hogy az éjszakai időszak karbantartásra szolgál (amelyhez feszültségmentesítés is szükséges), ebbe az amúgy rövid időszakba van belesűrítve a teljes infrastruktúra ellenőrzése vagy éppen a szemétszállítás is. Ha az egyik vágányon áruszállítás zajlana, akkor addig csak a másik vágányon folyhatnak az ellenőrző munkák, valamint hasonlóan befolyásolná a karbantartást, ha egy adott állomáson metrókocsik tartózkodnának a rakodás idejére. További problémát jelenthet, hogy a lekapcsolt metrókocsikat az újra-felcsatolást követően fékpróba alá kell vetni, ami további időszükségletet jelent, ez mind a nappali, mind pedig az éjjeli megoldás esetén akadályt jelentene. Szintén problémák merülnek fel a biztosító berendezések és vonatvezérlés kapcsán. A felmerülő problémák kiküszöbölhetőek lennének különféle beruházásokkal, átalakításokkal, azonban ez komoly költségvonzattal járna, így alapvetően inkább a jövőben épülő metróvonalakon és a jövőben épülő koncentrált igénypont-halmazok kapcsán lenne érdemes a fenti koncepció tényleges bevezetésében gondolkodni. Egy fenti koncepció esetleges megvalósításával kapcsolatos potenciálokat még nem vizsgáltuk meg szimulációs úton, ez a kutatásunknak egy fontos feladata lehet a jövőben.

4. ÁRUSZÁLLÍTÓ HAJÓT ALKALMAZÓ ALTERNATÍV RENDSZERKONCEPCIÓ

A kötött pályás megoldásokat követően érdemes a vízi áruszállítást alkalmazó rendszereket is megvizsgálni, ezekből Európa-szerte több is működik különböző city logisztikai feladatok ellátására. Több évtizeddel korábban Budapesten is volt ilyen megoldás, a Fővám téri Központi Vásárcsarnok (amely egy zárt infrastruktúrájú koncentrált igénypont-halmaznak minősül) áruval történő ellátása a Dunán keresztül történt, áruszállító bárkák alkalmazásával.

A hollandiai Utrechtben 1996 óta szolgálják ki a vízi úton a csatornahálózat közelében található vendéglátóipari egységeket sörrel a Beer Boat rendszerben, helyettesítve a korábban használt kistehergépkocsikat. Ebben a rendszerben hozzávetőlegesen 70 üzletet szolgálnak ki 4 sörfőzdéből, a szállítmány pedig 40-48 söröshordó lehet, aminek tömege 18 tonna körüli. A rakodást a hajón található elektromos hidraulikus daruval oldják meg. A rendszerben alkalmazott első hajó gázolaj meghajtású, 2010 óta pedig egy elektromos meghajtású hajóval is dolgoznak (ld. 18. ábra), amely egy töltéssel 8-9 órán át tud szállításokat végezni. Ezzel a szállítási megoldással éves szinten 17 tonnával csökkent a CO₂, 35 kg-mal az NO_x és 2 kg-mal a PM10 kibocsátás (BESTFACT, 2013).



18. ábra: A Beer Boat rendszer áruszállító hajója Utrechtben (BESTFACT, 2013)

Szintén Hollandiában, Amszterdamban (ahol a szűk utcák és a sűrű csatornák miatt nehézkes közúti forgalommal megoldani a szállítást) egy elektromos hajóval szállító city logisztikai megoldást fejlesztettek (Mokum Mariteam). A projektben öt helyi cég vesz részt, melyek könyvek, hűtött termékek, élelmiszerek, italok és építkezési alapanyagok szállítását végzik el vízi úton, EUR rakodólapon, rolli-kocsik és rácsos emelőkeretek használatával. A rendszer a hulladékok szállításában is részt vesz (Jandl, 2016). Amszterdamban ezen kívül a DHL is végez vízi úton szállításokat, ebben a megoldásban a last mile szállítási feladatokat cargo kerékpáros futár végzi el (Eltis, 2015a).

Kiemelendő még a franciaországi Párizsban 2012 óta működő Franprix rendszer, amely a Franprix szupermarketláncnál indult el, azóta pedig számos szupermarket és szervezet csatlakozott hozzá. Ebben a rendszerben naponta 450 raklapnyi fogyasztási cikket, élelmiszert és non-food terméket szállítanak 24 és 27 lábás konténerekben az elosztóközpontból egy belvízi kikötőhöz, ahonnan egy maximum 48 konténer kapacitású uszályal (ld. 19. ábra) folytatódik a szállítás a Szajrán a belváros felé. Ennek a megoldásnak köszönhetően évente hozzávetőlegesen 450.000 km-rel csökken a közúti meneteljesítmény, így közel 4.000 tehergépkocsival végzendő tranzakcióra van

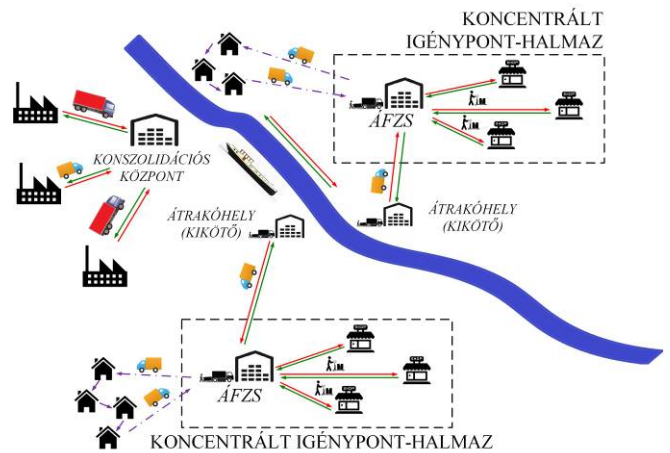
szükség, ez pedig évente 234 tonnával kevesebb CO₂ kibocsátást jelent (Eltis, 2014).



19. ábra: A Franprix áruszállító uszálya Párizsban (Groupe Casino, 2014)

Párizsban működik még a Vert chez Vous city logisztikai rendszer is, amely elsősorban csomagküldéssel foglalkozik. Ebben a rendszerben a központból zöld tehergépkocsikkal szállítják az árut a rakodóhelyre, ahol átrakják azokat az uszályra, annak fedélzetén pedig elektromos kerékpárokra csomagolják azt át, miközben az uszály 8 km-t utazik. Ezt követően a városban öt ponton állnak meg, az áruszállító kerékpárok pedig két megállóval később térnek vissza a hajóra. Ezekkel a szállításokkal napi 15 tehergépkocsit tudnak kiváltani, ez pedig több, mint 200 kg-mal csökkenti a CO₂ kibocsátást (Jandl, 2016). Ezen felül Párizsban működik még a POINT-P építőanyag-szállító rendszere, a szintén franciaországi Lille-ben háztartási hulladékot szállítanak vízen, a londoni Sainsbury's projektben pedig szupermarketekbe szállítanak élelmiszert (Janjevic és Ndiaye, 2014)

A különböző megoldások pozitív tapasztalataiból kiindulva elkezdtünk gondolkodni egy áruszállító hajókat alkalmazó áruszállítási megoldáson is, melynek az alapkonceptiója a 20. ábrán látható. Ebben a megoldásban a folyó mentén elhelyezett konszolidációs központból folyó menti kikötőhelyekre, átrakópontokra szállítjuk az árut az áruszállító hajóval. Az árumennyiségtől és az alkalmazott logisztikai technológiai megoldástól függően ez lehet az utrechtiehez hasonló kisebb hajó vagy éppen a párizsi megoldáshoz hasonló nagyobb uszály is. Az áruforgalmi zsilipek elhelyezkedése ebben a koncepcióban további kérdéseket vet fel. Az egyik megoldás, amikor a zsilip közvetlenül a víziút mellett helyezkedik el, és innen történik az üzletek kiszolgálása. A másik esetben a zsilipek továbbra is a koncentrált igénypont-halmaz centrumaiban helyezkednek el. Utóbbi esetben a kikötési csomópontokról egy további áruszállítási tranzakció keretei között el kell juttatni az árut a zsilipekbe. Létezhet olyan technológiai megoldás is, amelyben a közúti járművek akár a hajón is érkehetnek a kikötési pontokhoz. Ezt a fajta áruszállítási forgalmat városi kombinált (City-RoRo; azaz City Roll on - Roll of) forgalomnak neveztük el.



20. ábra: A városi koncentrált igénypont-halmazok új áruellátási rendszerének koncepciója áruszállító hajók alkalmazásával

Az eddigiekben ezt a koncepciót se modelleztük még, azonban tervezzük a szimulációs modellünk bővítését úgy, hogy ezt a többlépcsős megoldást is lehessen vele vizsgálni és így erről a rendszerről is részletesebb adatokat kapjunk, illetve becsülni tudjuk a valószínűsíthető hatásokat.

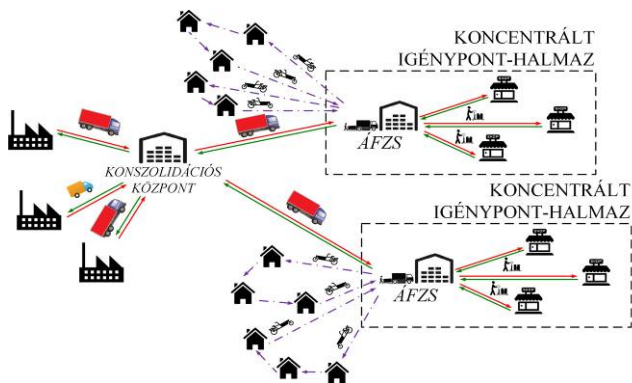
5. ÁRUSZÁLLÍTÓ KERÉKPÁROK INTEGRÁLÁSA A VIZSGÁLT LOGISZTIKAI RENDSZEREKBE

Napjainkban egyre nagyobb mértékben elterjednek a áruszállító kerékpárok a városi áruszállításban, így a városi koncentrált igénypont-halmazok logisztikai rendszerei kapcsán is érdemes megemlíteni őket. A hagyományos kétkerekű áruszállító kerékpárok mellett áruszállításra kialakított kétkerekű járműveket, nagyobb árumennyiségeket szállítani képes tricikliket, akár raklapot is szállítani képes négykerekű eszközöket és különböző pótkocsikat is alkalmaznak már különböző city logisztikai folyamatokban. Ezek többnyire ráségítéses, akkumulátorral rendelkező eszközök, így nagyobb távolságok megtételére és nagyobb árumennyiségek mozgatására egyaránt alkalmasak. Számos európai nagyvárosban alkalmaznak napjainkban is áruszállító kerékpárokat különböző szállítási feladatokra, Hollandia több városában a DHL (ld. 21. ábra), az olaszországi Rómában az Eadossopedella és a Zolle, a szintén olasz Torinóban a TNT, a spanyolországi Barcelonában a Vanapedal, az angliai Cambridge-ben az Outspoken, a németországi Berlinben a Hermes, Budapesten pedig a GLS és a Hajtás-Pajtás futárcég szolgáltató áruszállító kerékpárokkal.



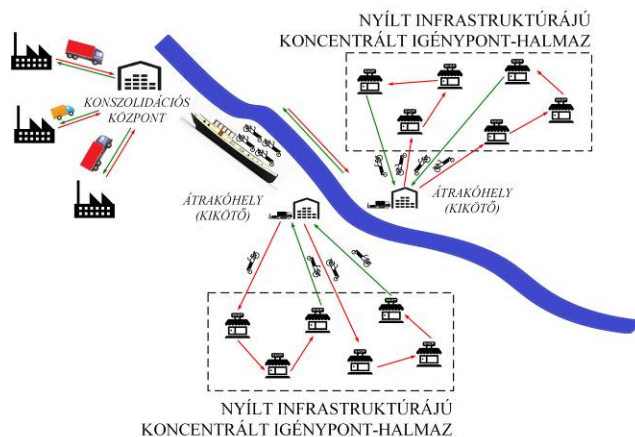
21. ábra: DHL Armadillo négykerekű jármű megrakása (DHL, 2017)

Ezekben a rendszerekben számos esetben tehergépkocsikkal vagy éppen villamosokkal kombinálják a kerékpáros megoldásokat. A németországi Frankfurtban 2018-ban kezdték tesztelni a Logisttram rendszert, amely áruszállító villamosokat alkalmaz elektromos áruszállító kerékpárokkal kombináltan. A városon belül a villamos szerelvények szállítják a nagyobb mennyiségű árukat a meglévő villamosvonalakon a kisebb forgalmú időszakokban, majd ezeket az egyes megállóknál átrakodják kisebb egységekben a kerékpárokra, melyek elvégzik a végső igényponthoz történő szállítást (Open ENLoCC, 2018). A koncentrált igénypont-halmazok áruellátása kapcsán a kisebb volumenű beszállítások, üzletek közötti szállítások vagy éppen házhozszállítások kapcsán jöhetnek szóba ezek az eszközök. A házhozszállításokra vonatkozó koncepciót mi is vizsgáltuk már a korábbiakban, ez a megoldás a 22. ábrán látható.



22. ábra: Áruszállító kerékpár alkalmazása házhozszállítási feladatok ellátására a koncentrált igénypont-halmazok áruellátási rendszerében

Az áruszállító hajók kapcsán bemutattunk több olyan megoldást is, melyekben áruszállító kerékpárok is megjelennek a last mile szállítási feladatok ellátására, ilyen a DHL amszterdami rendszere vagy éppen a Vert chez Vous párizsi megoldása. Ezekhez hasonlóan mi is kidolgoztunk egy áruszállító hajókat és kerékpárokat együttesen alkalmazó City-RoRo jellegű megoldást, nyílt infrastruktúrájú koncentrált igénypont-halmazok üzleteinek kiszolgálására. Ebben a korábbiakban bemutatotthoz hasonló megoldásban az áruszállító hajó magával szállítja a nagyobb kapacitású cargo kerékpárokat, amelyek a kikötési pontokról (átrakóhelyekről) körjáratosan keresik fel a bevásárlóövezet (vagy egyéb nyílt infrastruktúrájú koncentrált igénypont-halmaz üzleteit) a 23. ábrán látható módon.



23. ábra: Nyílt infrastruktúrájú koncentrált igénypont-halmazokat kiszolgáló rendszerkonceptió áruszállító hajók és áruszállító kerékpárok együttes alkalmazásával

Ezeket a koncepciókat sem modelleztük még az eddigiekben, azonban fontos lesz a jövőben ezeket a zöld megoldásokat is részletesen megvizsgálni. Jelenleg részletesebben egy geometriai modell alapú, tehergépkocsikat és áruszállító kerékpárokat együttesen alkalmazó koncepció alapján vizsgálódunk (Sárdi és Bóna, 2018). Ezen felül a jövőben szeretnénk kutatást végezni a különböző drónokat alkalmazó megoldások city logisztikai rendszerekbe történő integrálása kapcsán is, mivel a cargo kerékpárokhoz hasonlóan ezekben is komoly potenciálok sejtethők.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunk során részletesen feltártuk a városi koncentrált igénypont-halmazok logisztikai rendszereiben lehetséges megoldásokat. Ezek olyan igénypont-halmazok, amelyek relatíve kis területen helyezkednek el, számos igénypontot foglalnak magukba, ezáltal pedig nagy áruforgalmat generálnak. Annak ellenére, hogy korábbi kutatások és projektek eredményei azt mutatják, hogy konszolidáció alapú új megoldásokkal komoly megtakarításokat lehetne elérni, nincs a city logisztikai kutatások fókuszában ez a terület.

Cikkünkben bemutattuk a tehergépkocsikat, villamos szerelvényeket, metrókat és áruszállító hajókat alkalmazó jelenlegi, korábbi és pilot city logisztikai megoldásokat, és ezek tapasztalatait is figyelembe véve kidolgoztunk különböző gateway-konceptió alapú rendszerkonceptiókat a városi koncentrált igénypont-halmazok áruellátására, valamint azt is megvizsgáltuk, hogy lehetne ezekben a rendszerekbe cargo kerékpárokat integrálni. Az így kapott koncepciók közül a tehergépkocsit és villamost alkalmazó megoldást szimulációs úton is megvizsgáltuk, a kapott eredmények pedig azt mutatták, hogy a korábbi projektek tapasztalataihoz hasonlóan ebben az esetben is komoly megtakarítások érthetők el, mind a teljesítmények, mind pedig a fogyasztások kapcsán, ez a káros anyag kibocsátás jelentős csökkenését vonja maga után. Korábbi feltételezéseink szerint a konszolidációs központ rendszerbe illesztésének a logisztikai költségek növekedését kellett volna

okoznia, azonban a szimulációs vizsgálatok kimutatták, hogy az üzemeltetési költségek is csökkenhetnek, elsősorban annak köszönhetően, hogy a jobb kihasználtság miatt csökkenhet a szállítási tranzakciók száma és így a szállítási költség is.

Eredményeink alapján megállapíthatjuk, hogy a városi koncentrált igénypont-halmazok logisztikai rendszereinek vizsgálata egy olyan terület, amellyel érdemes részletesen foglalkozni, és érdemes kidolgozni olyan koncepciókat, melyekben nem csak tehergépkocsikat, hanem további közlekedési alágazatokat is alkalmazunk. A későbbiekben fontos lesz a további koncepciókat is modellezni, azonban az egyértelműen látszik, hogy a konszolidáció alapú megoldások komoly megtakarításokkal járhatnak mind a tehergépkocsik, mind a villamos szerelvények alkalmazása esetén. Az is feltételezhető továbbá, hogy más alternatív megoldások alkalmazása is hasonló megtakarításokkal járhat a szállítási költségek várható csökkenése miatt.

HIVATKOZÁSOK

- BESTFACT (2013). Zero-Emission Beer Boat in Utrecht. *Bestfact.net*. URL: http://www.bestfact.net/wp-content/uploads/2016/01/CL1_151_QuickInfo_ZeroEmissionBoat-16Dec2015.pdf
- Boloukian R., Siegmann J. (2015). Urban Logistics; a Key for the Airport-Centric Development – a Review on Development Approaches and the Role of Urban Logistics in Comprehensive Airport-Centric Planning. *The 9th International Conference on City Logistics. 17-19 June 2015, Tenerife, Canary Islands (Spain)*.
- Bóna K. (2010). Korszerű technológiai megoldások a városközpontok áruellátásának szervezésében – 2. rész. URL: <http://citylog.kku.bme.hu/publications/tranzit2.pdf>
- Bóna K., Róka Á, Sárdi D. L. (2018). Mathematical Modelling of the Cost Structure of the Logistics System of Shopping Malls in Budapest. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, **46 (3)**, 142-150.
- Bóna K., Sárdi D. L. (2018). Koncentrált városi igénypontok áruellátó logisztikai rendszereinek elemzése és mezoszkópikus szintű modellezése. *Logisztikai Évkönyv 2019, 121-130*. Magyar Logisztikai Egyesület.
- Chiara G. D. and Cheah L. (2017). Data stories from urban loading bays. *European Transport Research Review*, **9 (50)**.
- DHL (2017). DHL lanceert nieuwe vervoerscombinatie voor stadsdistributie. *Dhlparcel.nl*. URL: <https://www.dhlparcel.nl/nl/zakelijk/kennisplatform/nieuws/city-hub>
- Efficiacity (2017). Testing innovative solutions for energy transition in urban logistics. *Efficiacity.com*. URL: <https://www.efficacity.com/wp-content/uploads/2018/01/18-EN.pdf>
- Eltis (2014). Franprix grocery stores the first to be supplied by boat in Paris (France). *Eltis.org*. URL: <https://www.eltis.org/discover/news/franprix-grocery-stores-first-be-supplied-boat-paris-france-0>
- Eltis (2015). Alternative ways for distributing goods in Amsterdam: boat & bikes (The Netherlands). *Eltis.org*. URL: <https://www.eltis.org/discover/case-studies/alternative-ways-distributing-goods-amsterdam-boat-bikes-netherlands>
- Eltis (2015). Delivering goods by cargo tram in Amsterdam (Netherlands). *Eltis.org*. URL: <https://www.eltis.org/discover/case-studies/delivering-goods-cargo-tram-amsterdam-netherlands>
- Eltis (2015). Padova Cityporto: a success model for urban logistics (Italy). *Eltis.org*. URL: <https://www.eltis.org/discover/case-studies/padova-cityporto-success-model-urban-logistics-italy>
- Eltis (2015). Urban logistics innovation in the mid-sized historical city of Lucca (Italy). *Eltis.org*. URL: <https://www.eltis.org/discover/case-studies/urban-logistics-innovation-mid-sized-historical-city-lucca-italy>
- Gerstl S. (2019). Die Wiener "GüterBim": Das kurze Gastspiel der Transport-Straßenbahn. *Industrie Magazine*. URL: <https://industriemagazin.at/a/die-wiener-gueterbim-das-kurze-gastspiel-der-transport-strassenbahn>
- Groupe Casino (2014). Inauguration of “Franprix takes to the Seine”. *Groupe-casino.fr*. URL: <https://www.groupe-casino.fr/en/inauguration-of-franprix-takes-to-the-seine/>
- Hapgood, T. (2009). Broadmead Freight Consolidation Scheme. *Central London Freight Quality Partnership*. URL: <https://www.centrallondonfqp.org/>
- Jandl O. (2016). Implementing Inland Waterway Transportation in Urban Logistics. *Department of Shipping and Marine Technology, Chalmers University of Technology, Master's Thesis*. URL: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/24420/0/244200.pdf>
- Janjevic M., Ndiaye A. B. (2014). Inland Waterways Transport For City Logistics: A Review Of Experiences And The Role Of Local Public Authorities. *WIT Transactions on The Built Environment*, **138**, 279-290.
- Kikuta J., Ito T., Tomiyama I., Yamamoto S., Yamada T. (2012). New Subway-Integrated City Logistics System. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, **39**, 476-489.
- Mészáros B., Sárdi D. L., Bóna K. (2017). Monitoring, measurement and statistical analysis-based methodology for improving city logistics of shopping malls in Budapest. *World Review of Intermodal Transportation Research*, **6 (4)** 352-371.
- Milinković L., Pantelić J. (2015). Underground systems in service of city logistics. *2nd Logistics International Conference. 21-23 May 2015, Belgrade, Serbia*.
- Open ENLoCC (2018). News - Frankfurt: “Logistiktram”. *European Review of Regional Logistics (Quarterly Journal of Open ENLoCC)*, **4-2018**, 5.
- Rail for the valley (2017). Freight Tram Trials in St. Etienne France. *Railforthevalley.com*. URL: <http://www.railforthevalley.com/latest-news/zweissystem/freight-tram-trials-in-st-etienne-france/>
- Robinson M., Mortimer P. (2004). Rail In Urban Freight - What Future, If Any? *Bestufs.net*. URL: http://www.bestufs.net/download/NewsEvents/articles/What_Future_If_Any.pdf

- Sárdi D. L., Bóna K. (2017). Developing a mesoscopic simulation model for the examination of shopping mall freight traffic in Budapest. *Smart City Symposium Prague 2017. 25-26 May 2017, Prague, Czech Republic.*
- Sárdi D. L., Bóna K. (2018). Macroscopic simulation model of a multi-stage, dynamic cargo bike-based logistics system in the supply of shopping malls in Budapest. *Smart City Symposium Prague 2018. 24-25 May 2018, Prague, Czech Republic.*
- Sárdi D. L., Bóna K. (2019). Simulation modelling in the sizing of city logistics systems – a study for concentrated delivery points. *International Journal of Engineering and Management Sciences*, **4 (1)** 1-11.
- The Chicago Tunnel Company Railroad (2004). The History Of Chicago's Unique Little Railroad. *Ameritech.net*. URL: <http://www.ameritech.net/users/chicagotunnel/tunnel1.html>
- The Postal Museum (2011). The story of Mail Rail. *Postalmuseum.org*. URL: <https://www.postalmuseum.org/discover/collections/story-of-mail-rail/#>
- VBZ Zürich (2019). Cargo- und E-Tram. URL: https://www.stadt-zuerich.ch/vbz/de/index/die_vbz/services/cargo_tram_und_etram.html
- VEKE (2007). 10 éve szűnt meg a teherszállítás a BKV villamosvasúti és HÉV-vonalain. *Veke.hu*. URL: <http://veke.hu/2007/02/10-eve-szunt-meg-a-teherszallitas-a-bkv-villamosvasuti-es-hev-vonalain/>
- Vollmer J. (2017). Die Cargo-Tram ist wieder da. *Sächsische.de*. URL: <https://www.saechsische.de/die-cargo-tram-ist-wieder-da-3644803.html>
- Yang Z. Z., Moodie D. R. (2011). Locating urban logistics terminals and shopping centres in a Chinese city. *International Journal of Logistics Research and Applications*, **14 (3)** 165-177.