



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék

TDK DOLGOZAT

*Rendszerkonceptió kidolgozása és
modellezése cargo kerékpárok és mozgó
raktárak alkalmazására a budapesti
bevásárlóközpontok kiszolgálásában*

Készítette:
Sárdi Dávid Lajos

Konzulens:
Dr. Bóna Krisztián

2017

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés.....	4
2. Cargo kerékpárok jelenlegi alkalmazásainak bemutatása és használati lehetőségeinek összefoglalása	5
2.1. Cargo kerékpárok jelenlegi alkalmazása a budapesti city logisztikában	5
2.2. Cargo kerékpárok jellemző típusainak összefoglalása	8
2.3. Cargo kerékpárok alkalmazásai lehetőségeinek áttekintése.....	10
3. Mozgó raktárak és konszolidációs központok alkalmazhatósága Budapesten	14
3.1. Budapesti tervek és projektek áttekintése	14
3.2. A Gateway koncepció bemutatása	16
3.3. A jelenlegi budapesti helyzet elemzése.....	19
3.4. Mozgó raktárak bemutatása.....	22
4. A mozgó raktárakat és cargo kerékpárokat alkalmazó rendszer koncepciójának bemutatása	26
4.1. A budapesti bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének geometriai modellje.....	26
4.2. A budapesti bevásárlóközpontok általános jellemzői	31
4.3. Cargo kerékpárokat és mozgó raktárakat alkalmazó koncepciók bemutatása ..	35
5. A budapesti bevásárlóközpontok jelenlegi áruellátási rendszerének bemutatása és szimulációs vizsgálata	40
5.1. A jelenlegi áruellátási rendszer bemutatása	40
5.2. A jelenlegi áruellátási rendszert vizsgáló szimulációs modell bemutatása.....	41
5.3. A jelenlegi áruellátási rendszer szimulációs vizsgálata	42
6. Az alternatív rendszerkoncepciók szimulációs vizsgálata	46
6.1. A szimuláció során vizsgált esetek bemutatása.....	46
6.2. Az alternatív megoldásokat vizsgáló szimulációs modell bemutatása.....	47
6.3. A beszállítandó volumen meghatározása	49
6.4. A járműszám meghatározása.....	52

7. További feladatok.....	60
8. Összefoglalás.....	61
Köszönetnyilvánítás	63
Ábrajegyzék	64
Táblázatjegyzék.....	66
Irodalomjegyzék.....	67
Mellékletek.....	72
1. Budapest barnamezős területei.....	72
2. A különböző profilú üzletek előfordulása a vizsgált bevásárlóközpontokban.....	73
3. A szállítási tranzakciók maximális havi száma térképen ábrázolva.....	74
4. Az egy hónapban beszállított összes árutömeg térképen ábrázolva [t]	75
5. Az egyes bevásárlóközpontokat érintő járatok számának alakulása a vizsgált B-, C-, D- és E-esetben.....	76
6. A szükséges becsült járműszám várható értéke a különböző rendszerkonceptiók esetén, a szimulációs vizsgálat eredményei alapján.....	80

1. Bevezetés

2015 nyarán kezdtünk el foglalkozni a budapesti bevásárlóközpontok logisztikájával, az azóta eltelt két évben számos eredményt sikerült elérnünk ezen a téren. Kidolgoztunk egy vizsgálati módszertant [1] [2], részletesen felmértük három budapesti pláza city logisztikai jellemzőit [3], a kapott eredmények pedig lehetővé tették egy szimulációs modell kidolgozását is [4] [5] [6]. A módszertan átalakított változatával elkezdtuk a Váci utca bevásárlóövezet felmérését is. Kutatásainkból két TDK-dolgozat, egy szakdolgozat, két konferenciapublikáció és egy további publikáció is született. Korábbi eredményeink azt mutatják, hogy ezen a területen óriási fejlesztési potenciálok vannak, érdemes foglalkozni új rendszerek kidolgozásával a budapesti bevásárlóközpontok, illetve koncentrált igénypontok szállítási feladatainak megoldására. Korábbi adatgyűjtésünk [1], illetve az elkészült szimulációs modell [4] lehetővé teszi azt, hogy ezúttal összetettebb rendszerkonceptiókat is megvizsgáljunk.

Ebben a dolgozatban azt vizsgálom, hogy a cargo kerékpárral is (illetve egyéb kisebb méretű, környezetbarát közúti járművekkel) szállítható árucikkeket (azaz a kisebb méretű szállítási egységeket) hogyan lehetne kiszállítani egy olyan rendszerben, ahol az összes áru egy, a város szélén található konszolidációs központba érkezik meg, onnan egy nagyobb méretű közúti járműben (tulajdonképpen egy intermodális egységben, amely mozgó raktárként funkcionál) elszállítjuk az árut Budapest belvárosába egy előre meghatározott pontra, esetünkben a belső körgyűrűn található egyik bevásárlóközpont logisztikai területére, és onnan cargo kerékpárokkal (vagy más kisebb méretű környezetbarát közúti járművekkel) szolgáljuk ki a körgyűrűn található bevásárlóközpontokhoz hozzárendelt további bevásárlóközpontokat. Utána a mozgó raktár (amennyiben az árumennyiség ezt megengedi) tovább megy egy másik bevásárlóközpontokhoz és onnan hasonlóképpen elvégezhető a környező plázák kiszolgálása. A korábbi kutatásaink során gyűjtött adatok lehetővé teszik, hogy valós adatok alapján megvizsgáljunk és modellezzünk olyan koncepciókat, melyektől az áruszállítási teljesítmény és menetteljesítmény, illetve a környezetszennyezés csökkenését is remélhetjük a városban.

Dolgozatomban irodalomkutatás, a jelenlegi helyzet feltárása, modellalkotás, szimulációs vizsgálat és az eredmények értékelése után az eredmény néhány olyan city logisztikai rendszerkonceptió lesz, melyek mind a városi közlekedés, mind a környezetterhelés szempontjából előnyösek és szimulációs vizsgálat révén ismerjük a hozzájuk tartozó fizikai paramétereiket és járműszámokat.

2. Cargo kerékpárok jelenlegi alkalmazásainak bemutatása és használati lehetőségeinek összefoglalása

Egyre nagyobb mértékben terjednek el világszerte a cargo kerékpáros áruszállítási megoldások. Több nagy európai városban, mint például Rómában vagy Barcelonában is részt vesznek a városi áruellátásban, és Budapesten is egyre több kerékpáros áruszállítással találkozhatunk. A cargo kerékpárok különböző fajtái alkalmasak különböző kiscsomagküldési feladatok elvégzésére, a nagyobb méretű járművekkel pedig akár raklapos egységgrakományok szállítását is elvégezhetik, így nagyon különböző szállítási feladatokat bízhatunk cargo kerékpárokat alkalmazó rendszerekre. Részt vehetnek üzletek kiszolgálásában, a hozzá tartozó inverz logisztikai feladatok ellátásában, házhozszállításban vagy üzletek közti szállításokban is. A jelenlegi ismereteink alapján például házhozszállítások esetében minden negyedik küldeményt lehetne furgonok helyett kerékpárokkal kézbesíteni [7]. Ezen felül a legtöbb európai városban minden második áruszállítási feladat autók és kistehergépkocsik helyett megvalósítható lenne kerékpárokkal [8].

A cargo kerékpárok alkalmazási lehetőségeit Budapest bevásárlóközpontjainak üzleteire vonatkozó adatok alapján vizsgáljuk. Budapesten 18 bevásárlóközpont található, amely releváns a jelenlegi vizsgálat szempontjából (azaz illeszkedik a később bemutatásra kerülő rendszerbe), ezek jelentős gócpontok a city logisztika szempontjából. Budapest területe 525,2 km² [9], 2015 végén 32405 kiskereskedelmi üzlet volt található a városban a KSH adatai alapján [10], a vizsgált bevásárlóközpontokban pedig jelenleg több, mint 2500 üzlet található ezek közül. Ebből látható, hogy a város kiskereskedelmi üzleteinek közel 10%-a a város ezen 18 pontjába koncentrálódik. Ezek közül a bevásárlóközpontok közül hárommal kapcsolatban részletes adatok állnak rendelkezésünkre, több, mint 300 üzlet logisztikai jellemzőit ismerjük. A következő fejezetekben összefoglalom a cargo kerékpáros áruszállítás jelenlegi szerepét a budapesti city logisztikában, valamint foglalkozok a cargo kerékpárok jellemző típusaival és alkalmazási lehetőségeikkel is.

2.1. Cargo kerékpárok jelenlegi alkalmazása a budapesti city logisztikában

Budapesten jelenleg hozzávetőlegesen tíz olyan cég található, akik használnak hagyományos kerékpárt áruszállításra (pl. Iszkiri Futárszolgálat [11], Pikk-Pakk [12]; ebben az esetben a futár hátizsákja, valamint, a kerékpár csomagtartója áll rendelkezésre). Nehéz pontosan meghatározni ezeknek a cégeknek a pontos számát, mivel weboldalaikról nem minden

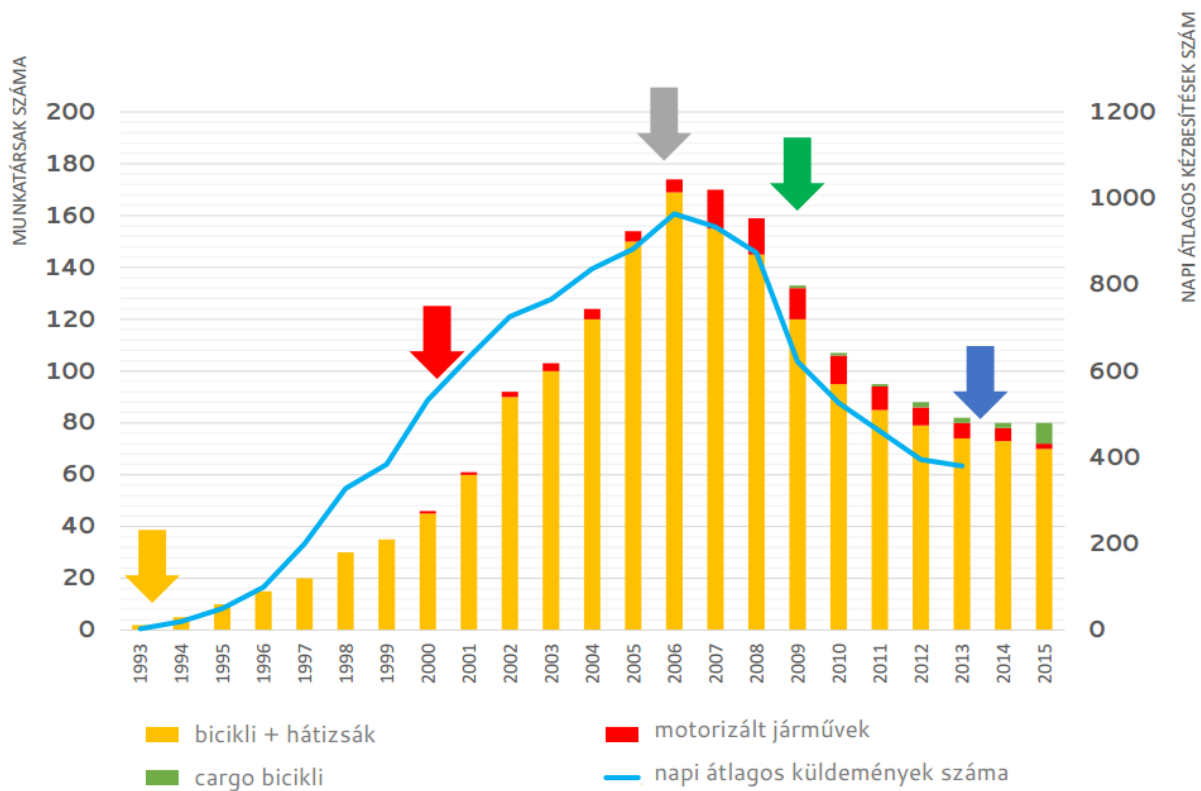
esetben derül ki, hogy üzemelnek-e még, illetve használnak-e jelenleg is kerékpárt áruszállításra. Ezen felül több cég is összetartozik, partnerekként vagy leányvállalatokként működnek együtt (pl. a GLS és a Hajtás Pajtás, vagy a UPS és alvállalkozói).

A Budapesten dolgozó vállalatok közül néhány rendelkezik két vagy háromkerekű cargo kerékpárral (pl. Hajtás Pajtás Kerékpáros Futárszolgálat [13] (BULLITT típusú cargo kerékpárjukat ld. a 2.1. ábrán), Cargonomia). Az utóbbi esetében cargo kerékpárok bérlésére is van lehetőség, az úgynevezett köz-teherbicikli hálózat formájában [14]. Ezeken kívül előfordul kerékpárok használata postai feladatok ellátására, valamint cargo kerékpár használata közterület felügyeleti feladatok ellátására (szemétszállításra) is. Az időközben megszűnt Ökocikli projekt [15] során is használtak hulladékgyűjtésre cargo kerékpárokat. A dolgozatban a későbbi fejezetekben a koncepciók kidolgozása, illetve a modellezés kapcsán a rakfelülettel rendelkező, áruszállításra kialakított kerékpárokkal fogok foglalkozni.



2.1. ábra: A Hajtás Pajtás Kerékpáros Futárszolgálat BULLITT típusú cargo kerékpárja [16]

Ezeket a hagyományos és cargo kerékpárokat jellemzően kiscsomagküldési feladatokra alkalmazzák, és egyre nagyobb teret nyernek Budapest city logisztikájában, egyre több, áruszállítási feladatot végző hagyományos és cargo kerékpárral lehet találkozni a városi utakon. Budapest egyik legismertebb kerékpáros áruszállítást végző vállalata, a Hajtás Pajtás esetében a 2.2. ábrán látható módon növekedett az elmúlt néhány évben a 2009-től cargo kerékpárok részesedése, ezzel párhuzamosan pedig csökkent a motorizált járműveké [8]. Az ábrán zölddel látható a cargo kerékpárok részesedése a Hajtás Pajtásnál, sárgával pedig a hagyományos kerékpárokkal végzett áruszállítások részesedése.

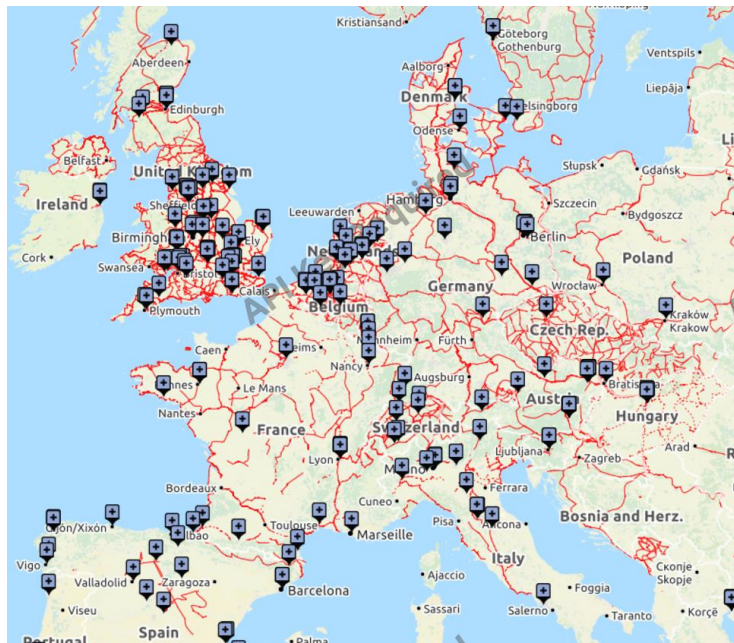


2.2. ábra: Az alkalmazott járművek és a napi kézbesítések számának alakulása a Hajtás Pajtás Kerékpáros Futárszolgálatnál [8]

A legnagyobb nemzetközi kiscsomagküldőszolgálatok is megjelennek világszerte a cargo kerékpáros áruszállításban, ilyen például Budapest V. kerületében a GLS a Hajtás Pajtás partnereként, amely két és háromkerekű cargo kerékpárokat is alkalmaz [17] [18]. Budapest XIII. és XIV. kerületében a UPS alvállalkozója végez szállításokat egy nem elektromos BULLITT cargo kerékpárral.

Természetesen nem csak Budapesten működik kerékpáros áruszállítás a city logisztikában, hanem Európa több nagyvárosában is. Ilyen például a barcelonai VanApedal [19], a cambridgei Outspoken vagy a római Eadessopedala [20] (ez a Hajtás Pajtás olasz leányvállalata, amely a később bemutatásra kerülő módon mozgó raktárakat is alkalmaz) és a Zolle. Bécsben 2017. márciusában indult el egy nagyszabású közteherkerékpáros rendszer, a város vezetésének támogatásával [21]. Létezik az ún. Európai Kerékpáros Logisztikai Szövetség is (European Cycle Logistics Federation), melynek számos európai városból hozzávetőlegesen kétszáz tagja van [22]. Az 2.3. ábrán látható, hogy az európai nagyvárosok többségében működik olyan cég, mely tagja ennek a szövetségnek, és ezeken felül számos további vállalat létezik, amely kerékpárokkal végez áruszállításokat. Magyarországról egyedül

a fővárosból vannak tagjai ennek a szövetségnek, a legtöbb kerékpáros cég pedig Nagy-Britanniában és a Benelux-államokban működik.



2.3. ábra: A European Cycle Logistics Federation tagjai térképen [23]

Látható, hogy Budapesten és más európai nagyvárosokban is egyre nagyobb szerephez jutnak a cargo kerékpárok, így új city logisztikai rendszerek tervezésekor komolyan számolni kell azokkal.

2.2. Cargo kerékpárok jellemző típusainak összefoglalása

A Cargo kerékpárok lehetnek kétkerekű, háromkerekű, illetve négykerekű járművek. Ezekben belül ezek lehetnek teljes mértékben emberi erővel hajtott, illetve rásegítéses kerékpárok is. A cargo kerékpár alaptípusai a haszonbicikli (hagyományos kerékpár, áruszállító kosárral ellátva), short john, long tail, long john, bakfiets és a trike (utóbbi kettő háromkerekű kialakítású). Haszonbicikkel jelenlegi vizsgálatunk során nem fogunk foglalkozni. A kétkerekű cargo kerékpárok közül a short john típusún a kerékpár elején található a rakfelület, a long tail esetében hátul, a long john (ilyen a korábban már említett, Budapesten is használt BULLITT cargo kerékpár is) esetében pedig szintén elől. A háromkerekű kerékpároknak létezik első és hátsó dobozos kialakítása is. Ritkán előfordul négykerekű cargo kerékpár is (quadracycle), ilyen alkalmaz pl. a DHL Hollandiában. A DHL ezeket a járműveket többlépcsős rendszerben használja, mellyel érdemes részletesebb is foglalkozni, mivel jelen dolgozatban is egy többlépcsős city logisztikai rendszert fogunk bemutatni. A DHL rendszerében (a hollandiai Almere városában, Amszterdam agglomerációjában) az áru egy

tehergépkocsiba kerül, az szállítja el azt a cargo kerékpár által kiszolgált körzet határáig, ott pedig egy speciális megoldással (ld. 2.4. ábra) átrakja a kerékpárra. A teljes kiszállítási folyamat a 2.5. ábrán látható. A DHL által használt quadracycle alkalmas standard méretű raklapok szállítására is, 125 kg-os rakománnyal [24]. A képeken is látható, hogy ebben a rendszerben a DHL egy speciális városi intermodális egységet alkalmaz, amely jelentősen megkönnyíti az átrakási műveleteket. A city logisztikában az ilyen intermodális egységek jelentik a jövő megoldásait, ezek egyre jobban elterjednek mind a kerékpáros, mind a hagyományos közúti szállításban.



2.4. ábra: A DHL négykerekű cargo kerékpárjának megrakása kistehergépkocsiból [25]

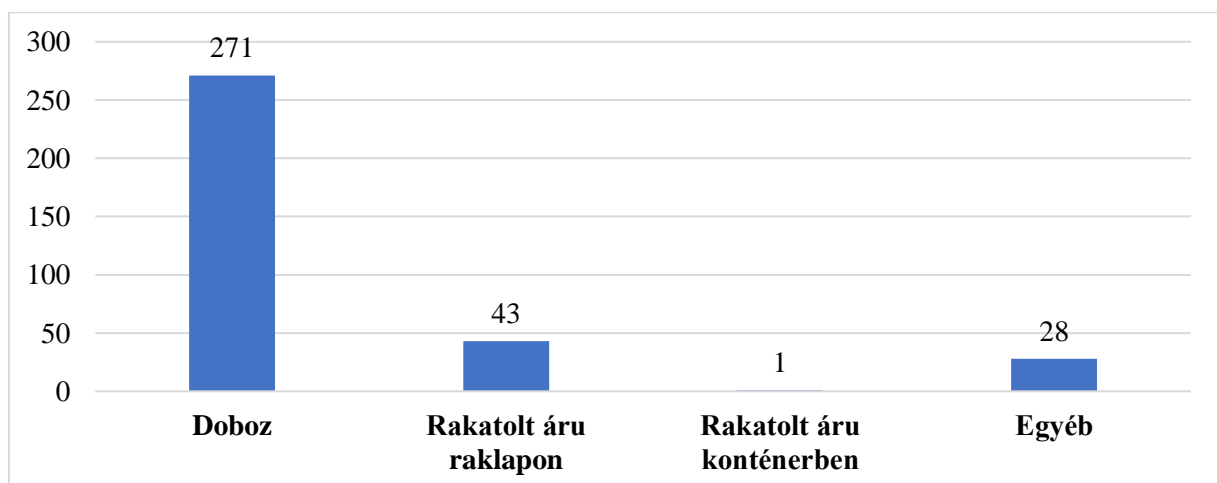


2.5. ábra: A DHL szállítási folyamata Amszterdamban tehergépkocsi és cargo kerékpár alkalmazásával [26]

A cargo kerékpárok teherbírása (a lehetséges küldeménynagysággal együtt) értelemszerűen az előbbi sorrendben növekszik. Egy kétkerekű, Budapesten a Hajtás-Pajtás, a GLS és más kisebb cégek által is használt, BULLITT-típusú long john cargo kerékpár teherbírása (a futár tömegét is figyelembe véve) hozzávetőlegesen 180 kg. Természetesen adott típuson belül a jármű és a rakfelület kialakítása befolyásolhatja a teherbírást.

2.3. Cargo kerékpárok alkalmazásai lehetőségeinek áttekintése

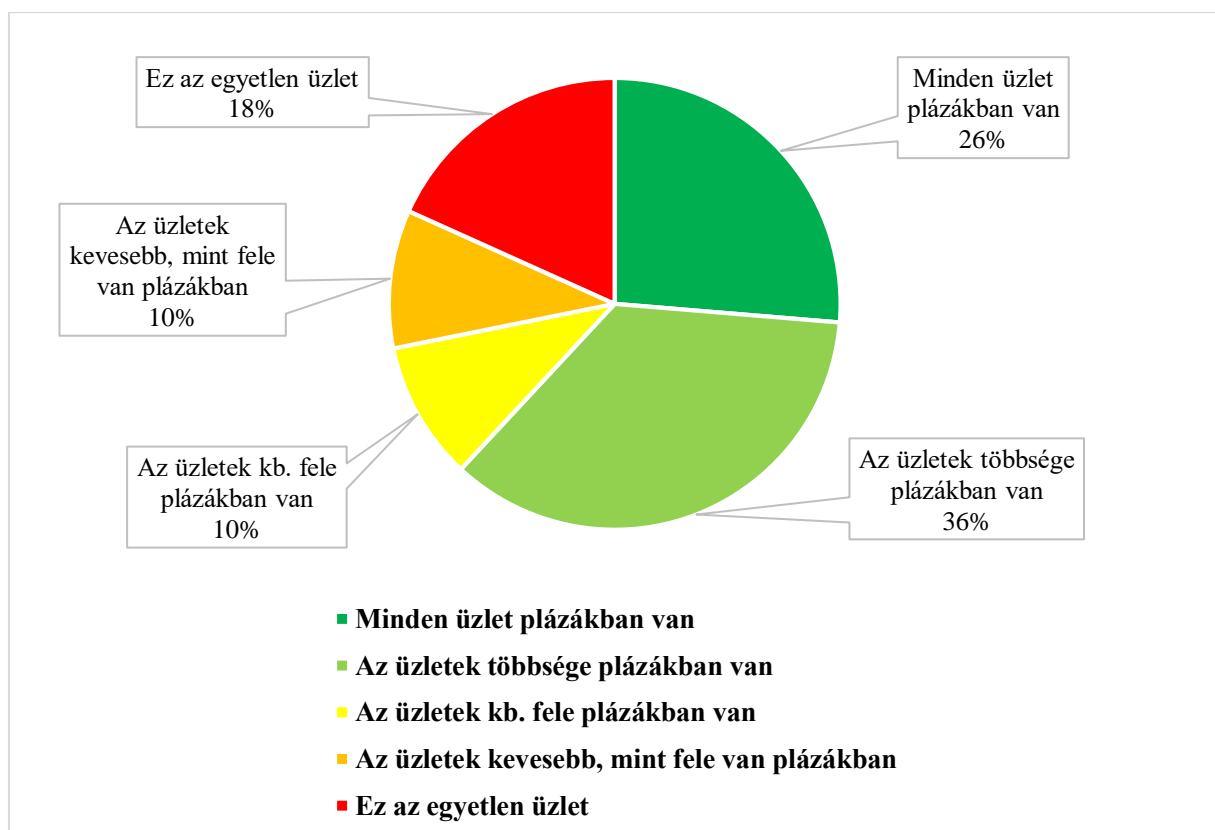
A továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy a különböző esetekben milyen lehetőségek vannak cargo kerékpárok alkalmazására a Budapesti bevásárlóközpontok áruszállítási rendszerében. Ehhez három budapesti bevásárlóközpont adatait használjuk fel, melyek felvételéhez az általunk kidolgozott vizsgálati módszertant használtuk [1]. Ezeket az adatokat kérdőíves vizsgálattal vettük fel, a három bevásárlóközpont üzleteit egyenként felkeresve. A vizsgálat során 327 üzletre vonatkozó adatokat sikerült összegyűjteni. Ezek az üzletek leggyakrabban ruha, fehérnemű, táska (27,27%), cipő (14,65%) üzletek. 44,22% üzletláncként, 22,31% franchise formában, 33,47% pedig egyéni vállalkozóként vagy önálló üzletként működik. Az üzletek alapterületének várható értéke 150,47 m² és 95%-os valószínűséggel 108,89 és 192,06 m² közé fog esni. A vizsgált üzletek 79,01%-a esetén előfordulnak dobozos egységgrakományok (ld. 2.6. ábra) 12,54% szállít raklapon, 0,29% konténerben, illetve 8,16% esetén fordulnak elő egyéb szállítási egységek (pl. zsák vagy rekesz). A dobozos áruk kezelése cargo kerékpárokkal általában megoldható, továbbá a nagyobb méretű (három és négykerekű) cargo kerékpárok egyes típusai biztosítják a lehetőséget raklapos egységgrakomány szállítására is. Ez azt jelenti, hogy az egységgrakomány típusa az esetek többségében nem zárja ki cargo kerékpárok alkalmazását.



2.6. ábra: Különböző szállítási egységek előfordulása a vizsgált üzletekben

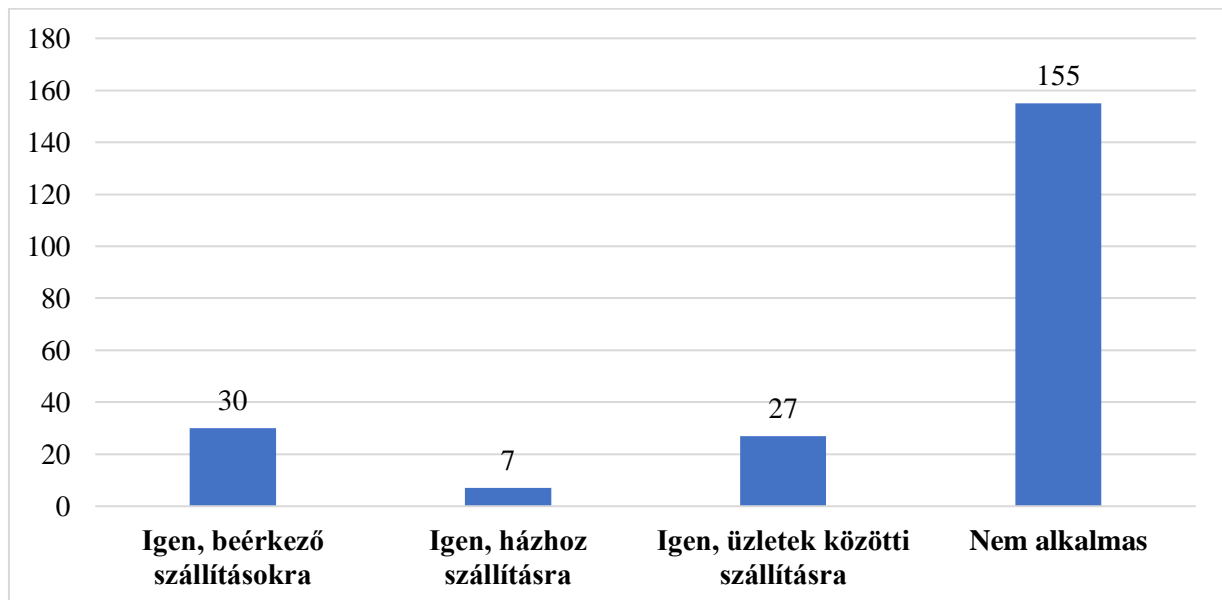
190 üzlet válaszi alapján egy szállítás során 18,3 db dobozos egységakomány érkezik. Az üzletek 4,19%-a esetében ezek kevesebb, mint 1 kg, 49,70% esetén 1-5 kg közötti méretűek, 46,11% esetén pedig 5 kg-nál is nagyobb a dobozok átlagos tömege. A dobozok átlagos térfogata 0,121 m³. 31 üzlet válaszi alapján egy szállítás során 3,87 db raklap érkezik. Az üzletek 32%-a esetében ezek kevesebb, mint 100 kg, 56% esetén 100-500 kg közötti méretűek, 12% esetén pedig 500 kg-nál is nagyobb a dobozok átlagos tömege. Látható, hogy a kisebb szállítási egységek a jellemzők, azaz olyan szállítási egységekről beszélhetünk, amelyek szállítása cargo kerékpár használatával ténylegesen megvalósítható.

323 üzletből 200 esetében több, mint a tulajdonos üzleteinek fele bevásárlóközpontokban található, 71,83% esetén pedig legalább az üzletek fele (ld. 2.7. ábra). 24,42% esetén több, mint 5 bevásárlóközpontban rendelkeznek üzlettel. Ez azt mutatja, hogy nagy potenciál rejlik egy olyan rendszer kialakításában, amely a bevásárlóközpontokat szolgálja ki, mivel az azokban jelenlévő vállalatok jellemzően több plázában is megtalálhatók. Azok a vállalatok, melyek üzleteinek nagy része bevásárlóközpontokban működik, potenciális ügyfelek lehetnek egy új city logisztikai rendszer számára, mivel mind a beszállításaikon felül az üzletek közötti szállításaik is jól integrálhatók lennének egy ilyen rendszerbe.



2.7. ábra: Hol találhatóak a vizsgált üzlet tulajdonosának további üzletei?

Külön megvizsgáltuk, hogy az üzletek esetében mire lenne alkalmas a 70x50x50 cm-es áruszállító dobozzal rendelkező BULLITT-típusú cargo kerékpár (amelyet több cég is alkalmaz Budapesten, illetve Európa-szerte is elterjedt típus). 202 válaszadó üzletből 57 válaszolta azt (ez a kérdés csak két bevásárlóközpont esetén szerepelt a kérdőívünkben, az első átdolgozás után lett a módszertan része), hogy ez a kerékpár alkalmas valamely szállítási feladatra: 30 esetben beszállításokra, 7 esetben házhozszállításra, 27 esetben pedig az üzletek közötti szállításokra (ld. 2.8. ábra). Beszállítások esetén, 23 üzletre vonatkozó adatok alapján átlagosan napi 3,88 szállításra lenne szükség (szórás 5,71), összesen pedig napi 89 beszállítást jelentene ezen üzletek kiszolgálása cargo kerékpárral.



2.8. ábra: Cargo kerékpár alkalmassága a vizsgált üzletek szállításaira

Látható, hogy az üzletek saját megítélése szerint csak kevés esetben alkalmas a cargo bike a beszállítások lebonyolítására, azonban ez ellentmond a szállítási egységek jellemző típusára és méreteire kapott válaszoknak. Ennek az lehet a magyarázata, hogy az üzletek idegenkednek az új, innovatív megoldásoktól (illetve nem is értik, hogy ezek hogyan működhetnének), nem akarnak változtatni a saját rendszerükön annak ellenére sem, hogy az milyen előnyökkel járhatna számukra, valamint a környezet és a városi közlekedés számára.

Az üzletek közötti szállításokat külön is érdemes megvizsgálni új rendszer tervezése esetén, mivel így az üzletek közötti áruszállítás akár körjáratosan, cargo kerékpárokkal is megoldható lenne. 317 válaszadó üzletből 104 esetében (32,81%) fordul elő az, hogy másik üzletbe is szállítanak árut, 293-ból pedig 97-be (33,11%) érkezik áru másik üzletből. Jellemzően heti gyakoriságú szállítások ezek, ritkábban fordul elő naponta, kétnaponta történő

szállítás, de néhány esetben csak félévente, évente szállítanak árut másik üzletbe. A vizsgált üzletekből az összes áruhoz viszonyítva átlagosan az áru 10,07%-át szállítják át másik üzletbe, másik üzletekből pedig az összes áru 2,96%-a érkezik. Ez azt mutatja, hogy az üzletek közötti szállítások nem egyenlően alakulnak, feltehetően azért, mert központi üzletek jelennek meg az üzletláncok hálózataiban, illetve a nagyobb forgalmú üzletek a kisebbekből pótolják a keresett, de hiányzó árucikkeiket. A legtöbb üzlet másik, budapesti plázában található üzlettel áll kapcsolatban, de sok esetben előfordul kapcsolat más budapesti, vagy más városban található üzlettel is. Azon üzletek esetében, ahol nem fordul elő üzletek közötti szállítás, 10,59% esetén az az oka ennek, hogy nincs lehetőség a megvalósítására, egy új rendszer ezt is megoldhatná.

Érdeemes azt is megvizsgálni, hogy a házhozszállításokat milyen mértékben lehetne hozzáilleszteni egy ilyen rendszerhez, milyen volumenekről van szó ezen esetben. Nekünk a webkereskedelemmel összefüggő házhozszállításra állnak rendelkezésre adataink. 317 üzletből 139 foglalkozik webkereskedelemmel, közülük pedig 63 esetben fordul elő házhozszállítás is (a többi esetén a megrendelt árut az üzletben lehet átvenni). Ezen üzletek 50%-a esetében az üzlet saját készletéből végzik el a házhozszállítást, a többi esetben központi készletből vagy másik üzlet (központi üzlet, vagy a keresett árucikkal rendelkező üzlet) készletéből szállítják házhoz az árut webes megrendelés esetén. A házhozszállítás leggyakrabban a megrendelés másnapján (86 üzletből 27 esetén) történik, illetve változó időpontban (33 üzlet esetén). 49 üzletből naponta átlagosan 87,79 házhozszállítás történik, jellemzően 10 km-nél messzebbre. 3 km-en belülre kevesebb, mint 50% végez a szállításokat. Az esetek többségében az összes eladott áru kevesebb, mint 5% jut el webes megrendelés és házhozszállítás útján a vevőkhöz, 59-ből 14 üzlet esetén azonban ez az érték több, mint 25%.

Megállapítható, hogy számos esetben előfordul házhozszállítás az üzletekből, többnyire kisebb volumenekről van szó, azonban ezek gyakori szállításokat jelentenek. A szállításoknak jelentős része történik az üzletektől távolabbi célpontokra, ezeket azonban nehezebb lenne bevonni egy, a városi üzleteket kiszolgáló cargo kerékpáros rendszerbe, mivel a cargo kerékpárok hatótávolsága korlátozó tényezőként jelenhet meg. Ennek ellenére az üzletekhez közelebbi házhozszállításokkal érdemes lehet foglalkozni, ezek is részét képezhetnék egy komplex, a budapesti bevásárlóközpontokat lefedő logisztikai rendszernek.

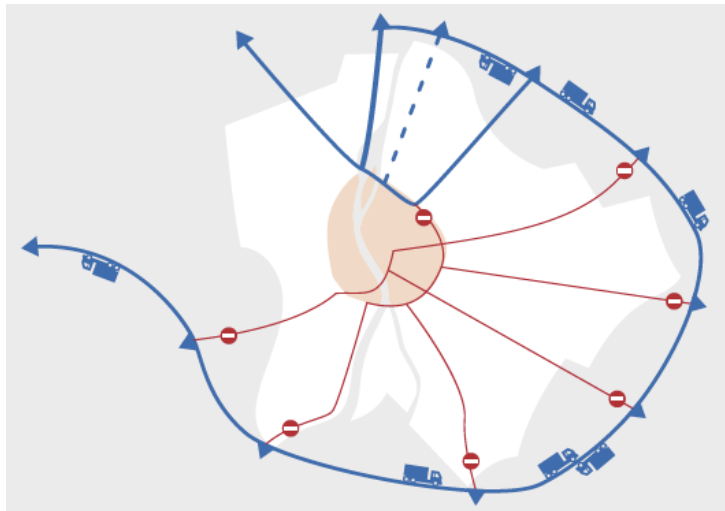
3. Mozgó raktárak és konszolidációs központok alkalmazhatósága Budapesten

A városi áruszállítás világszerte komoly problémát okoz a városoknak, melyeket különböző módokon próbálnak orvosolni. Budapesten a tehergépjárművek megfelelően megtervezett és kialakított rakodóhelyek hiányában jelentős szerepet játszanak a közlekedési dugók kialakulásában (mivel sokszor forgalmi sávokban tudják csak megvalósítani a rakodást), a környezet- és zajszennyezésben, valamint a városi közúti infrastruktúrát is károsítják. A Levegő Munkacsoport számításai alapján egyetlen 30-40 tonnás kamion több százezer személyautóval megegyező kárt okoz az úttestben és hidakban, amely károsodások aztán rongálják a személyautókat is [27]. A városi áruszállításban jellemzően ennél kisebb tehergépkocsikról van szó, de azok is sokszoros terhelést jelentenek a városi utak számára. Emellett a tehergépjárművek légszennyező hatása és hangterhelése is kiemelkedően magas, utóbbi adott esetben meghaladhatja az ember által egészségkárosodás nélkül tartósan elviselhető mértéket is, továbbá nem elhanyagolható a közlekedésbiztonsági vonatkozásuk sem [27]. Ezek miatt szükség van megfelelő city logisztikai rendszerek kialakítására Budapesten, annak érdekében, hogy csökkentsük a várost és a környezetet károsító hatásokat. A dolgozatban később bemutatásra kerülő rendszerkonceptióknak is fő elem lesz a konszolidációs központ, illetve a mozgó raktárak használata.

3.1. Budapesti tervek és projektek áttekintése

Mint minden városnak, így Budapestnek is kiemelt feladata az áthaladó tehergépjármű forgalom mérséklése. Mind a 2010-es keltezésű Budapest Városfejlesztési Konceptiója, mind pedig a BKK által 2014-2030-as időszakra kidolgozott Balázs Mór Terv tartalmaz Budapest teherszállításának jelenlegi helyzetére és fejlesztési irányaira javaslatokat. Az elmúlt években a legjelentősebb, az áruszállítást érintő intézkedés a fizetős behajtási övezetek kialakítása volt, mely az M0-s körgyűrű keleti szektorának befejezésével jöhetett létre (a körgyűrű befolyásoló hatását ld. a 3.1. ábrán) [28], [29], ez azonban önmagában nem jelent megoldást a városi áruszállítás problémáira, mivel megfelelő összeg ellenében bárki behajthat a városba a nagyobb méretű tehergépkocsikkal is. A körgyűrűnek, illetve a fizetős behajtási övezetek kialakításának köszönhetően a városon átmenő forgalom csökkent, valamint a városhatár mentén elhelyezett logisztikai központok könnyen megközelíthetővé váltak, azonban a behajtási övezetek díjszabásának össztömeg alapra helyezése negatív következményekkel is járt. Ennek hatására ugyanis a korábbi árumennyiség beszállítása több fuvarral, kisebb méretű járművekkel kerül

beszállításra, ami növeli a tömegre vetített emissziót, az összes hangterhelést és a város forgalmát, ebből adódóan pedig az utak zsúfoltságát is.



3.1. ábra: A budapesti átmenő teherforgalom befolyásolása az M0-s körgyűrűvel [29]

Mind a Budapest Városfejlesztési Konceptiója, mind pedig a Balázs Mór Terv kiemelt fontosságot tulajdonít az úgynevezett Városi Konzolidációs Központok (VKK, vagy UCC, azaz Urban Consolidation Center [30]) alkalmazásának, melyeket áruforgalmi zsilipekkel együtt úgynevezett gateway-rendszerben lehetne üzemeltetni. Egy ilyen többlépcsős city logisztikai rendszer esetében első lépésként elengedhetetlen az, hogy valós adatok alapján modellezzük és szimuláljuk a rendszert, a korábbi tervek esetén azonban ezek az adatok hiányoztak. Ebben a dolgozatban a korábban begyűjtött adatok alapján úgy tudok speciális city logisztikai koncepciókat bemutatni, hogy azokat modellezem és szimulálom is.

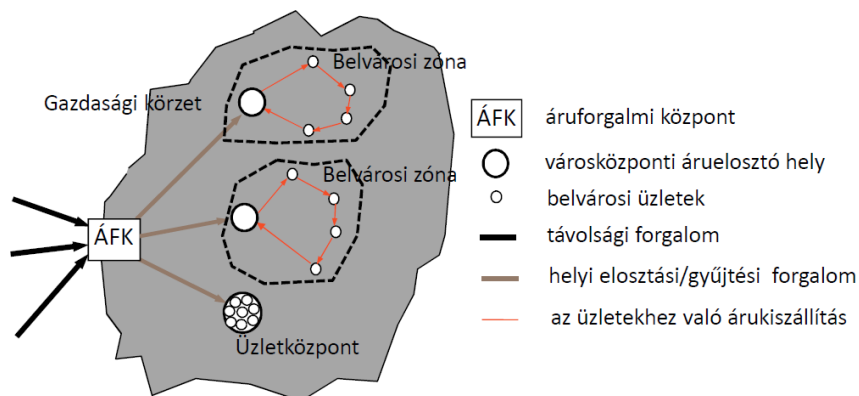
Az említett két dokumentum megjelenése után 2 évvel még nem kezdődött el a tervek megvalósítása. A Budapesti Közlekedési Központ Budapest City Logisztikai Konceptiója című előadása 3 mintaprojektet javasol. Elsőként a kidolgozott city-logisztikai rendszer működőképességének letesztelését javasolják egy fizikailag jól lehatárolható területen (amely a Belvárosi védett övezet vagy a Budai Vár lehetne, mivel ezek lehatárolása jól megvalósítható). A másik konkrét javaslat a kialakított rakodási területek használatának minősítéshez kötését és szigorú ellenőrzését (jelenleg ez is elmarad), cserébe intelligens megoldások (pl. rakodóhelyek foglaltságának online követése) biztosítását tartalmazza, harmadik javaslantként pedig megjelenik a csomagpontok létesítése forgalmi csomópontokban [31].

3.2. A Gateway koncepció bemutatása

A city logisztikai rendszerekben elengedhetetlen komponensek az úgynevezett gateway-ek. A gateway-koncepció többlépcsős logisztikai rendszereket jelent, folyamatos gyűjtési és elosztási feladatokkal. A logisztikai központok (így a konszolidációs központok is) és átrakóhelyek tulajdonképpen ilyen gateway-ek [32].

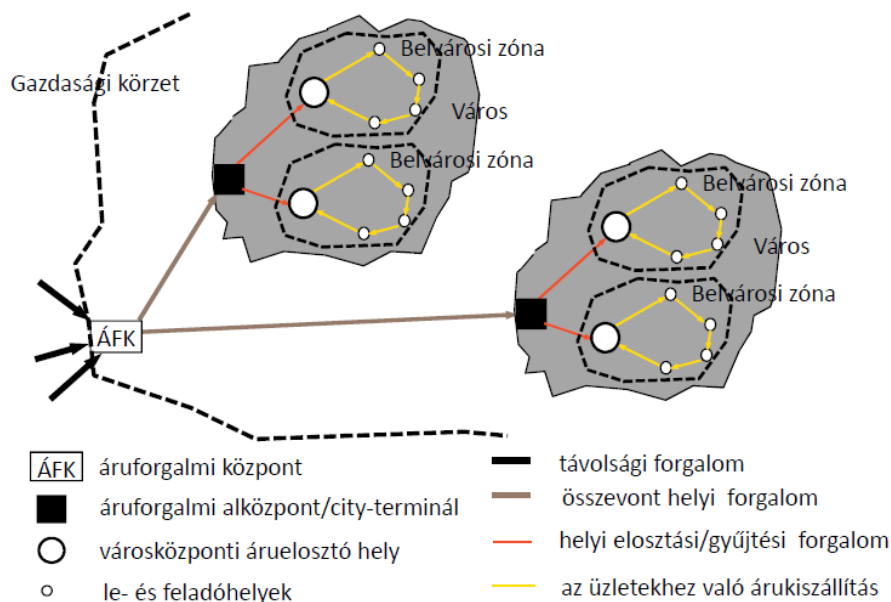
A koncepció három lépcsőből állhat össze. Az első gateway-ek a logisztikai vagy áruforgalmi központok, azaz a „gazdasági körzetek kapui”. A második gateway-ek az áruforgalmi alközpontok vagy city logisztikai központok, azaz a „nagyvárosok, ipari központok kapui” (a később bemutatásra kerülő koncepcióban ezek lesznek a konszolidációs központok). A harmadik gateway-ek pedig a városközponti áruelosztó helyek és az áruforgalmi zsilipek, azaz „az üzletközpontok, gyalogoszónák kapui” (a később bemutatásra kerülő koncepcióban ezek lesznek a bevásárlóközponti áruforgalmi zsilipek).

Egylépcsős megoldásnak nevezzük, amikor a szállítás közvetlenül az áruforgalmi központból (és az áruforgalmi központba) történik. Nagy felhasználók (beszállítók) vagy az áruforgalmi központhoz közeli telephelyű kis felhasználók (beszállítók) kiszolgálása történhet így. A kétlépcsős megoldásnak két változata van. Az első megoldás szerint áruforgalmi alközpontok, illetve city terminálok közbeiktatásával valósítjuk meg a feladatot. Áruforgalmi központtól távolabb eső ipari körzetek kis felhasználóit vagy az egy városkörzetben levő kereskedelmi egységeket szolgálja ki. A második megoldás esetén a city-terminál szerepét is az áruforgalmi központ veszi át, ahonnan az árut közvetlenül a városközponti áruelosztó helyekre (áruforgalmi zsilipekbe) szállítják. Az áruforgalmi központhoz közeli városi üzletközpontok (az ebben a dolgozatban is vizsgált bevásárlóközpontok), gyalogoszónák (például Budapesten a Váci utca bevásárlóövezet) áruellátása történhet így (ld. 3.2. ábra).



3.2. ábra: Gateway koncepció kétlépcsős megoldása [32]

A háromlépcsős megoldásban az áruforgalmi központok az városon kívülre, azaz a gazdasági körzet szélére kerülnek és az áruforgalmi alközpontok/city-terminálok válnak a városok kapuivá (ld. 3.3. ábra). A későbbiekben egy ehhez hasonló rendszert fogunk vizsgálni, melyben a konszolidációs központ lesz a város határán, az áruforgalmi alközpontok pedig egyes bevásárlóközpontok áruforgalmi zsilipjei lesznek, ahonnan ellátjuk az adott pláza üzleteit.



3.3. ábra: Gateway koncepció háromlépcsős megoldása [32]

A később bemutatásra kerülő koncepciókban ezt a háromlépcsős megoldást fogom alkalmazni átalakítva. A konszolidációs központ (első gateway) Budapestet (esetünkben, mint gazdasági körzetet) fogja kiszolgálni, a központi bevásárlóközpontok (ezek fognak lefedni egy több bevásárlóközpontot is tartalmazó zónát) áruforgalmi zsilipjei fognak második gateway-ként funkcionálni, a nem központi bevásárlóközpontokat (ezek áruforgalmi zsilipjei lesznek a harmadik gateway-ek) pedig ezekből fogjuk ellátni. Ezzel részletesen a későbbi fejezetek foglalkoznak.

A gateway-koncepciónak fontosabb elemei az áruforgalmi központok és a konszolidációs központok. Az áruforgalmi központok (ÁFK) olyan fontos közlekedési útvonalak (folyosók) metszéspontjában lévő központi telephelyek, ahol közlekedési és más logisztikai szolgáltató vállalatok működnek együtt áruszállítási és más logisztikai szolgáltatások nyújtására. Az áruforgalmi zsilip depóként funkcionálhat, ahonnan indulhatnak a terítő körjáratok és végpontja lehet a gyűjtőjáratoknak. A zsilipek városon vagy zónán belüli helyzete a behajtási lehetőségektől függ. Amennyiben a körzetbe behajthatnak a nagyobb méretű áruszállító járművek is, úgy a zsilip a kiszolgáló körzet belsejébe kerülhet, ha pedig

nem hajthatnak be, a zsilip a körzet határára kerül. Az áruforgalmi központok helyzetének meghatározáshoz ekkor centrumkeresési problémát kell megoldani.

Konzolidációs központnak nevezzük az üzleteket ellátó áruelosztó helyet. A rendszer kialakításától függően ez lehet a város (zóna) központjában vagy a város (zóna) határán is. Áruforgalmi alközpont vagy city terminál is lehet egy konzolidációs központ (azaz Urban Consolidation Center). Ezeket a konzolidációs központokat összetett logisztikai rendszerelemek (speciális tárolási módok megléte, egységakomány-képzési lehetőségek, közlekedési kapcsolataik, rakodástechnológiai megoldásaik, informatikai infrastruktúrájuk) alkalmassá teszik a városellátással kapcsolatos specifikus logisztikai feladatok irányítására, szervezésére és lebonyolítására. Fontos tényező továbbá a konzolidációs központok kedvező térbeli elhelyezkedése is. A konzolidációs központok a városközpont körül kiépített gyűrű(k) mentén, egy vagy két lépcsőben helyezkedhetnek el, kapcsolódva az intermodális logisztikai központok rendszeréhez vagy beépülve abba. A városi áruszállítási feladatokat jellemzően kisebb méretű, környezetbarát meghajtással rendelkező járművek segítségével bonyolítják le, melyek felépítményeihez illeszthetők a korszerű egységakomány-képző eszközök, a heterogén árustruktúra integrált kezelésének megvalósítása céljából. Ezeket a központokat city logisztikai szolgáltatók működtetik [30]. Ilyen megoldások már több nyugat-európai városban legalább pilot jelleggel, de sok helyen már éles üzemben (pl. Padovában, Bristolban, London Heathrow repülőterén, amely sok szempontból hasonló az ebben a dolgozatban is vizsgált bevásárlóközpontokhoz) is működik.

Jelenleg Budapesten csak a korábban már említett terv létezik egy ilyen pilot projektre. Ennek fő célja az lenne, hogy a Belvárosi védett övezetben vagy a Budai Vár védett övezetében (Padovához hasonlóan) egy fizikailag jól lehatárolható területen kipróbálhassuk egy city logisztikai rendszer működőképességét Budapesten. A rendszer a kihasználatlan területekre (úgynevezett barnamezős területekre) épülne. Ide alakítanák ki a konzolidációs központokat. A raktárokból a last mile (utolsó mérföld) kiszállítások kizárólag zéró emissziós járművekkel történének (ilyenek pl. cargo kerékpár, elektromos tehergépkocsi, de akár alkalmazhatnánk erre a célra a városi villamosvasutat vagy folyami szállítást is) [31].

Barnamezős területnek nevezzük azt a területet, amelyet korábban ipari vagy kereskedelmi célokra használtak, és amely terület alacsony koncentrációjú veszélyes hulladékkal vagy más egyéb szennyezéssel lehet terhelt. Olyan területekről van szó, melynek lehetséges a használata a terület megtisztítását követően, akár city logisztikai célokra is. A barnamezős terület fogalmát olyan korábban hasznosított területek megjelölésére is használják,

melyeket már felhagytak, de nem feltétlenül szennyezettek. Ezek a területek általában városok ipari körzetében találhatóak. Kisebb barnamezős területek lelhetőek fel régebbi lakónegyedekben vagy vegytisztítók környékén is [33]. Barnamezős területek Budapest egész területén elszórtan találhatóak. Nagyobb, egybefüggő egységként való megjelenésük, sűrűsödésük elsősorban vasúti területekkel határos térségében, továbbá Csepelen és Dél-Budán található. A történelmi városközpontban a használaton kívüliség leginkább foghíjtelkekben, üresen álló épületekben mutatkozik meg. A barnamezős területek Budapesten az 1. mellékletben találhatóak [34].

A később bemutatásra kerülő koncepciókban ugyan nem fogok barnamezős területeket alkalmazni, mivel ebben a rendszerben a bevásárlóközpontok jelenlegi logisztikai területei rendelkezésre állnak céljainkra, azonban más city logisztikai rendszereknél (például a Váci utca bevásárlóövezet vizsgálata során) ezek a területek jól hasznosíthatók.

3.3. A jelenlegi budapesti helyzet elemzése

A bevásárlóközpontokban található kiskereskedelmi egységek áruforgalmának konszolidálásában nagy potenciál mutatkozik relatív kis beruházási igény mellett a korábban bemutatott okok miatt, érdemes ezzel a területtel foglalkozni. Ebben a dolgozatban a későbbi fejezetekben ilyen rendszerek koncepcióit fogom bemutatni.

Budapesten a KSH 2015. év végi adatai szerint az összes kiskereskedelmi egység közel 10%-a plázákban található, ezek elhelyezkedése pedig 18 db, pontosan ismert pontba koncentrálódik [10]. Tovább egyszerűsítheti egy ilyen rendszer tervezését az, hogy a bevásárlóközpontokban jellemzően az ott jelenlévő üzletláncok körülbelül háromnegyedének vagy minden üzlete, vagy üzleteinek többsége plázákban helyezkedik el. Mindemellert ezen pontokban már jelenleg is rendelkezésre állnak már kiépített logisztikai területek (a plázák beszállítói udvarai, teherliftek és árufeltöltő folyosók, ami csökkenti a rendszer beruházásigényét. Korábbi kutatásaink során három budapesti bevásárlóközpont, több mint 300 üzletének logisztikai jellemzőit vizsgáltuk, ezekkel lehet a továbbiakban számolni.

Egy gateway-koncepción alapuló city logisztikai rendszer bevezetése számos szereplőt érint: a lakosságot (azaz egyben a vevőket), az üzleteket, a város közhasználatú infrastruktúrájának üzemeltetőit, a városvezetést, valamint az üzletek áruszállítását végző cégeket és a rendszerben jelen lévő logisztikai szolgáltatókat is. Az üzletek együttműködése nélkül nem üzemeltethető megfelelően egy ilyen komplex rendszer, még akkor sem, ha kötelezi őket a részvételre akár a bevásárlóközpont menedzsmentje, akár a városvezetés. Kutatásunk során 212 darab (327 üzletből ennyi adott választ erre a kérdésre, a többi üzlet esetén nem sikerült olyan személyt megkérdezni, akinek hatásköre lehetővé tette a válaszadást), budapesti

bevásárlóközpontban található üzlet hajlandóságát mértük fel egy gateway koncepción alapuló rendszerben való részvételre, a 3.1. táblázat első oszlopában található 5 eredmény megvalósulása esetén. A válaszoló üzletek között egy 5 dimenziós klaszterelemzést végeztem Ward-módszer [35] használatával (ld. 3.1. táblázat).

Klaszter elnevezések	Környezettudatosak	Elutasítók	Pozitívok	Bizakodók	Negatívok	Átlag
N	12	65	65	51	19	212
Megbízhatóság növekedése	1.08	1	4.09	2.59	1.53	2.38
Anyagi haszon az üzlet számára	2.25	1	4.28	3.27	1.68	2.68
Környezetszennyezés csökkenése	4.25	1	4.34	3.78	2.16	2.98
Városi közlekedési viszonyok javulása	4.33	1	4.2	3.43	2.26	2.87
Megrendeléskezelés egyszerűsödése	1.25	1	4.12	2.98	1.79	2.52

3.1. táblázat: Az üzletek klaszterekbe sorolása különböző feltételek megvalósulása esetén mutatott részvételi hajlandóságuk alapján

Megfigyelhető, hogy az átlagos hajlandóságok minden klaszter esetében a környezetkímélés és a városi közlekedés javulásának víziója esetén a legmagasabbak, és rendkívül meglepő módon az üzlet számára jelentkező anyagi haszon ígérete csupán a harmadik legfontosabb a számukra. Ennek ellenére nem hagyható figyelmen kívül az, hogy az átlagos hajlandóság minden feltétel esetén a közömbös, 3-as érték alatt marad. Észrevehető, hogy kialakult egy Környezettudatos elnevezésű, 12 üzletből álló csoport, mely minden szempont szerint egyáltalán nem (1-es érték), vagy inkább nem (2-es érték) hajlandó részt venni egy közös áruszállítási rendszerben, míg a „környezetszennyezés csökkenése” és a „közlekedési viszonyok javulása” szempontok esetén a mindenképpen igen (5-ös érték) felé tendálnak. Az eredmények alapján fontos megállapítás, hogy az üzletek hozzáállása valamilyen új rendszerhez polarizált, ugyanis egyforma számú, 65 darab üzlet bizonyult teljesen elutasítónak és felettlőbb elfogadónak is. Összességében elmondható, hogy az üzletek számára ma már nem csak, és számos esetben nem is elsősorban a közvetlen anyagi szempontok a fontosak, amit alátámaszt a tény, hogy a fenntarthatóságot, mint egyre erőteljesebben jelen lévő vásárlói elvárást nem csak PR szempontból tartják fontosnak, hanem a szervezeti értékeik közé is

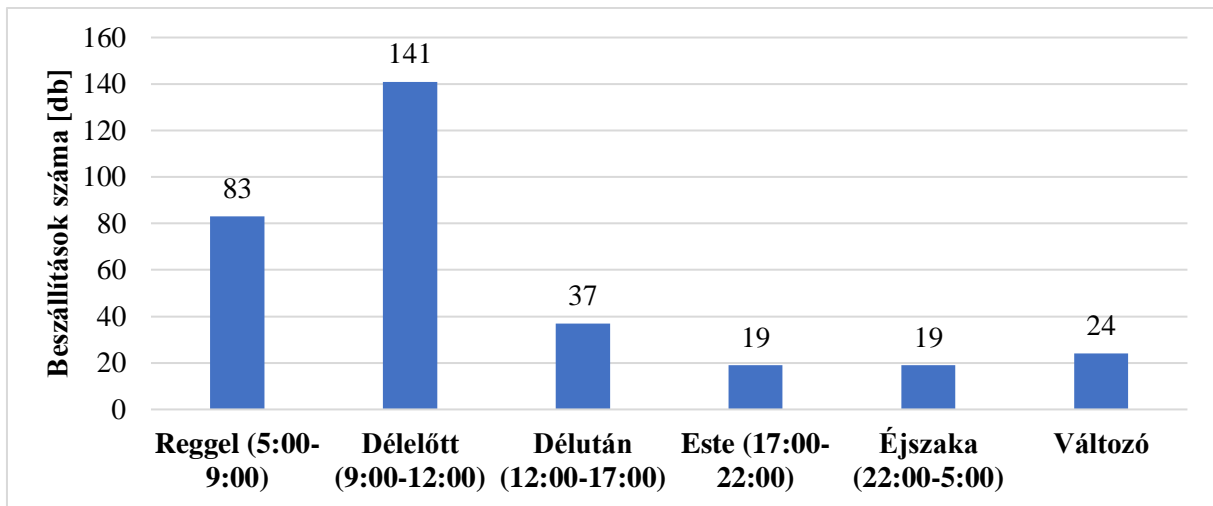
emelik. Mindezek fontos támpontokat adnak az üzletek bevonásakor alkalmazandó kommunikációs stratégia kialakításakor.

Jelenleg is folyamatban van a Váci utca bevásárlóövezet kérdőíves vizsgálata. Az eddigi eredmények alapján (34 kitöltött kérdőív után) azt kaptuk, hogy ebben az övezetben a legfontosabb szempont a városi közlekedési viszonyok javulása (3,37) egy közös áruszállítási rendszerlétesítése esetén, második legfontosabb viszont ebben az esetben az anyagi haszon (3,25). A Váci utca esetében vizsgáltuk külön azt is, hogy hogyan állnak az üzletek ahhoz, hogy áruforgalmi zsilipeket létesítsünk az övezetben, ebben az esetben a környezetszennyezés csökkenése (3,28), a városi közlekedési viszonyok javulása (3,23) és a biztonsági szolgálattal való ellátottság (3,12) voltak a legfontosabb szempontok.

Az üzletek számára fontos szempontok mellett fontos az áruforgalmi jellemzőkkel is foglalkozni. A bevásárlóközpontok beérkező áruforgalma jelen pillanatban számos problémát jelent a város számára. Elsősorban a szállítások gyakoriságával kell foglalkoznunk. Jelenleg, a 282 válaszadó üzlet átlagosan napi 0,677 szállítást végez, jelentős, 1 feletti szórás mellett. A beszállításokhoz használt járművek túlnyomórészt kisméretűek: a beszállítások 73%-át személygépkocsival vagy 1,5-3,5 tonnás tehergépkocsival bonyolítják le, és az összes beszállítás csupán elenyésző része, alig 1%-a történik 7,5 tonna feletti tehergépjárművekkel. A szállítóeszközökkel összefüggenek a szállított egységek jellemzői is: túlnyomórészt (85,5%-ban) dobozokról van szó, amelyeknek kevesebb, mint a fele haladja meg az 5 kg-ot.

A szállítások érkezési időpontjainak eloszlása (ld. 3.4. ábra) alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált bevásárlóközpontok üzleteinek áruforgalma jelentősen hozzájárul a reggeli csúcsforgalomhoz, valamint nem elhanyagolható részben az üzletek nyitva tartása alatt bonyolódik, számos esetben akadályozva ezzel a bevásárlóközpontban vásárlók haladását, mivel hátsó árufeltöltő folyosó nem áll rendelkezésre minden üzlet esetén. Megjegyzendő emellett, hogy nagyfokú bizonytalanság jellemző a rendszerre ebből a szempontból is, ami abból látszik, hogy az üzletek 16%-a több időszakot is megjelölt, mint jellemző szállítási időszak.

Összességében a jelenlegi helyzetről elmondható az előbbieken bemutatott eredmények alapján, hogy kis járművekkel végzett, gyakori beszállítások jellemzők az általunk vizsgált sokaságra, melyek ráadásul a lakosság számára kellemetlen időpontban bonyolítódnak le.



3.4. ábra: Beszállítások megoszlása időszavok szerint

Ezek alapján jelenlegi helyzetre a korábban begyűjtött adataink alapján bizonyos fokig megoldást jelenthet egy megfelelően kialakított, konszolidált gateway rendszer, hiszen mind az egységirakományok képzésére, mind a járműkihasználtság növelésére, mind az éjszakai szállítások előfordulásának növelésére lehetőség nyílhatna egy jól megtervezett és kialakított rendszerben. Emellett a bevásárlóközpontok logisztikai területein kialakított áruforgalmi zsilipekben elegendő rakodó- és raktárterület állhatna rendelkezésre arra, hogy menetrendszerű szállítások is kialakíthatók legyenek, az egyszerre érkező nagyobb mennyiségű áru átmeneti tárolása megvalósítható lenne az üzletbe mozgatás megkezdéséig, akár az éjszaka során is. Egy ilyen komplex rendszer tervezése során természetesen rengeteg akadály jelentkezését vetítik előre az adataink. Egy ilyen területet jelentenek a különlegesen kezelendő áruk, a mi adataink alapján például az üzletek több mint harmada rendelkezik törékeny szállítmányokkal, de előfordulnak romlandó, nagy értékű (azaz őrzést igénylő) és veszélyes küldemények is. Másik ilyen feladat lesz a jövőben a házhozszállítások kezelése, amennyiben ez a terület a mostanihoz hasonló dinamikus növekedést mutat, de számos további feladatunk is lesz.

3.4. Mozgó raktárak bemutatása

A konszolidációs központok esetében egy statikus központkeresési problémáról beszéltünk, míg az új megoldásként esetlegesen felmerülő mozgó raktárak esetén ez egy dinamikus változó probléma, ebből adódóan megoldása is összetettebb. A dinamikus hálózat depóinak nem csak helyzetét, hanem optimális számát is szükséges meghatározni, ez függ a területtől, az áruszállító járművek számától, kapacitásától és az igényektől. A mozgó raktárak általában 1-2 napi árukészletet tartalmaznak csak, utána visszaszállítják őket a konszolidációs központba, ahol újra feltöltik őket és következő alkalommal már valószínűleg egy másik

területre kerülnek, nincs állandó helyigényük. Az aktuális igények alapján tudjuk kiszámítani, hogy adott időpontban hová kell kiszállítani a mozgó raktárt.

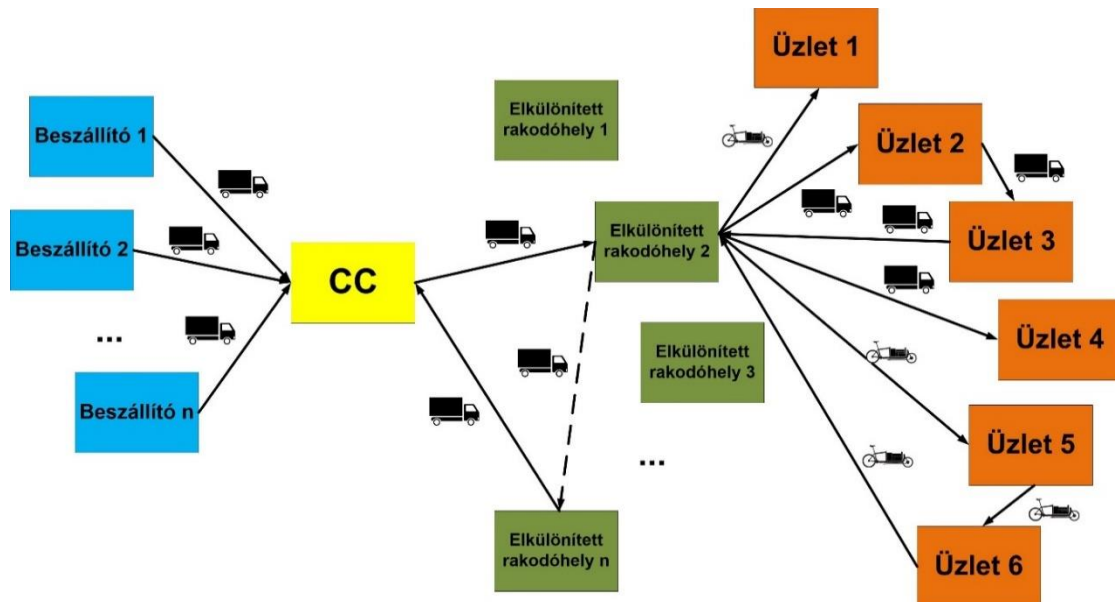
A mozgó raktárakhoz általában mozgatható infrastruktúra van szükség. Az eszközöknek nem lehet területi kötöttsége, így épület nem jöhet szóba, de egy jármű vagy konténer, csereszekrények igen. A lehetséges helyek parkolók vagy a korábban bemutatott barnamezős területek lehetnek, ahová be tudnak hajtani a nagyobb méretű tehergépkocsik is, lényegében egy rakodási zónát kell elkülöníteni a mozgó raktárak számára. Így könnyebben és olcsóbban megvalósítható ez a megoldás, mint egy épület vásárlása vagy bérlése az infrastruktúra kiépítésével és fenntartásával. A dolgozatban vizsgált rendszerben a bevásárlóközpont logisztikai területei (lényegében tehergépkocsiparkolók és rakodók) biztosítják majd ezt a területet, mivel egy olyan rendszerkonceptióval foglalkozunk, melyben a mozgó raktárak csak bevásárlóközpontokban található üzletet szolgálnak ki.

Egy mozgó raktárt alkalmazó rendszerben általános esetben az árucikkek olyan intermodális egységekbe készítenők össze, amit a speciális szállítójárművek a kijelölt területeken le tudnak helyezni. A folyamat során fontos megoldani az eszközök és az áruk biztonságát. Egy ilyen rendszerben ezeken felül akár félpótkocsis megoldás is használható, ekkor a vontatójármű elviszi a kijelölt területre a pótkocsit, majd egy másik üres pótkocsival vagy akár pótkocsi nélkül visszatérhet a konszolidációs központba. Mozgó raktár lehet akár maga a speciális jármű is, ebben az esetben a jármű (akár járművezető nélkül) ott marad a kijelölt területen mindaddig, amíg ki nem ürül. A később bemutatásra kerülő, vizsgált rendszerkonceptiókban egy konkrét típusú tehergépkocsi fogja a mozgó raktárt reprezentálni, azonban ez természetesen tetszőlegesen helyettesíthető intermodális egységekkel is.

Akár a konszolidációs központokból is, de a mozgó raktárakból mindenképpen (mint az a korábbi fejezetekben olvasható volt) az áruk egy bizonyos része szállítható lenne cargo kerékpárok segítségével. Ekkor fontos szempont lesz a kerékpárok kapacitása és a maximális hatósugaruk is. A BULLITT STepS elektromos rásegítő rendszere a Hajtás Pajtástól kapott információk alapján 100 kilométer megtételére alkalmas, de DIY agymotorral ez felemelhető akár 150-200 kilométerre is (sík terepen, dobozzal). A cargo triciklik hatósugara általában 50-80 kilométer között van, de ez a terheléstől függően változik, lecsökkenhet akár 30-34 kilométerre is. A kerékpárok hatósugara természetesen függ az akkumulátor minőségétől és méretétől is. Ezeket is fontos figyelembe venni egy ilyen rendszer tervezésekor.

A 3.5. ábrán látható egy olyan mozgó raktáros rendszer vázlata, ahol a beszállítók a konszolidációs központba szállítanak, ott intermodális egységekbe összekészítik az árut, onnan

kiszállítjuk azt egy elkülönített rakodóhelyre (az ábrán a 2-es rakodóhelyre), ott a jármű lerakja az intermodális egységet, a másik rakodóhelyről (az ábrán az n. rakodóhelyről) visszaszállítja a központba az ott korábban kiürült intermodális egységet. Eközben a 2-es rakodóhelyről különböző fajta, kisebb méretű járművekben, különböző szervezéssel (FTL és LTL) történik az üzletek (az ábrán 6 üzlet) kiszolgálása.



3.5. ábra: Mozgó raktárat alkalmazó áruszállítási rendszer vázlata

Budapesten a KSH már korábban is bemutatott adatai szerint 32405 üzlet található, ami országos összehasonlításban a lakosságszámnál is nagyobb koncentrációt jelent. Ezek az üzletek jellemzően kisméretűek, átlagosan 109 m² nagyságúak, míg az országos átlag 124 m² [36]. Budapesten belül is vannak olyan területek, ahol még a fővárosi átlaghoz képest is koncentráltabban vannak jelen kiskereskedelmi egységek, mint például a dolgozatban is vizsgált bevásárlóközpontok, bevásárlóövezetek (pl. Váci utca), a Nagykörút, vagy akár a piacok. Az ezen területek áruforgalmának kiszolgálását végző city-logisztikai rendszerekben helyet kaphatnának mozgó raktárak is, melyek lehetséges helyszínére kézenfekvő megoldásnak mutatkoznak a bevásárlóközpontok logisztikai területei. Fontos az ilyen és ehhez hasonló rendszerek tervezésénél figyelembe venni a helyi adottságokat, mint ahogy tették azt Rómában is. Az olasz fővárosban az Eadessopedala részvételével kialakított rendszer a domborzati viszonyokat használja ki, egy mozgó raktárból egy dombtetőn rakodnak át cargo kerékpárokba, amelyek aztán onnan tudják tovább szállítani az árut [37].

Budapesten a VI., VII. és VIII. kerület jellegzetességeit érdemes kihasználni, ugyanis ezek fekvésük alapján ideálisnak mutatkoznak a mozgó raktárak létesítésére, hiszen úgymond

kapocsként funkcionálnak a Nagykörút és az azon belüli területek, illetve a Hungária körút között, és sugárirányban haladnak át rajtuk az M0-s autópályára vezető utak (Rákóczi/Kerepesi, Üllői, Váci). A Nagykörút és a hozzá tartozó sugarak jellegzetességeit a később bemutatásra kerülő koncepciókban sem hagytam figyelmen kívül. Amennyiben egy ilyen city logisztikai rendszer nem csak a bevásárlóközpontokra koncentrál, akkor ideálisnak mutatkoznak a budapesti foghíjtelkek a rakodóhelyek létesítésére. Az előbb említett három kerületben összesen 211 darab foghíjtelek található, amelyek közül 132 már jelenleg is parkolóként üzemel [38]. Ezek még akkor is elegendő számú helyszínt biztosíthatnának, ha egy különösen dinamikus kialakított rendszerről lenne szó, mely az aktuális forgalom függvényében napi vagy akár időszakos szinten változó helyszíneket igényelne az áruforgalom elosztásának optimális lebonyolítására. Abban az esetben, ha az említett 3 belső kerületben helyezkednének el a mozgó raktárak (a Nagykörút környékén), az onnan történő kiszállítások történhetnének a korábban említett hatótávolságokat figyelembe véve különböző típusú cargo kerékpárokkal is. Természetesen a nagyobb méretű vagy tömegű áruk szállításakor nagyobb méretű, három- vagy négykerekű cargo kerékpárokra vagy kistehergépkocsikra lenne szükség.

Abban az esetben, ha ezzel a rendszerrel csak bevásárlóközpontok üzleteit szeretnénk kiszolgálni, a budapesti bevásárlóközpontok jellegzetes elhelyezkedése lehetővé tenné azt, hogy a bevásárlóközpontok logisztikai területeit használják a mozgó raktárak. Egy mozgó raktáros rendszerhez négy fő elemre van szükség, ezek pedig a későbbi koncepciókban az alábbi módon fognak megvalósulni:

- jármű, amely szállítja a mozgó raktárként funkcionáló intermodális egységet vagy önmaga mozgó raktárként funkcionál (a vizsgált koncepciókban az utóbbi eset fog megvalósulni);
- intermodális egység (szerepét a jármű fogja betölteni);
- rakodásra alkalmas, megfelelő időszakban elkülönített terület (a bevásárlóközpont logisztikai területei);
- rakodóeszköz (azaz technológia, ennek rendelkezésre kell állnia a rakodóterületen, azaz a bevásárlóközpont logisztikai területén).

Dolgozatomban tehát egy ilyen rendszert fogok megvizsgálni, a következő fejezetekben ennek a rendszernek a koncepcióját, modelljét és vizsgálatát fogom bemutatni. Egy ilyen mozgó raktárt alkalmazó megoldás számos előnyt jelenthetne, ezért fontos lenne az, hogy jobban „szem elé kerüljön”, úgy érzem, hogy fontos ennek vizsgálatával foglalkozni.

4. A mozgó raktárakat és cargo kerékpárokat alkalmazó rendszer koncepciójának bemutatása

A következő fejezetekben bemutatom a kidolgozott city logisztikai rendszerkonceptiót, amely mozgó raktárak és cargo kerékpárok (illetve egyik esetben azokat kiváltó elektromos meghajtású kistehergépkocsik) alkalmazásával szolgálja Budapest bevásárlóközpontjait.

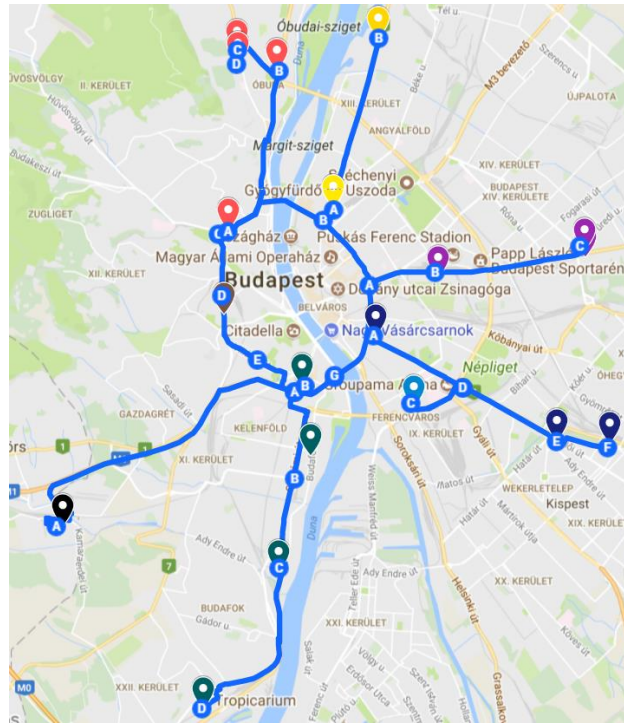
Dolgozatom témáját ennek a rendszerkonceptiónak a kidolgozása adja, azonban nélkülözhetetlen volt ennek megalkotásához összefoglalni és elemezni a jelenlegi helyzetet és a lehetőségeket ezen a területen. Az eddigiekben ez megtörtént, a következő részben a budapesti bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének geometriai modellje, illetve a korábbi vizsgálatok eredményei alapján becsült jellemzőik alapján kidolgozom a rendszer koncepcióját és annak különböző scenárióit.

4.1. A budapesti bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének geometriai modellje

Budapesten 18 bevásárlóközpont található, amely releváns a jelen vizsgálat szempontjából. Ezek a későbbi 4.1. ábrán látható módon helyezkednek el. További bevásárlóközpontok a városban az Asia Center és a Pólus Center Rákospalotán, de ezek távolabb esnek a belső gyűrűtől (Nagykörút és folytatása), illetve az azon található bevásárlóközpontoktól kiágazó sugáraktól, emellett pedig közel található az M0-s körgyűrűhöz, ahonnan közvetlenül kiszolgálhatók lennének. Mivel kisebb mennyiségeket szállító, kisebb hatótávolságú járművekkel szeretnénk ebben a rendszerben dolgozni, ezért ez ebben az esetben kizáró ok. Szintén nem vizsgáltuk a Csepel Plazát, mivel az sem sugármenti részen található és emellett a benne található üzletek száma is alacsony. Néhány olyan, a korábbi kutatásaink során nem vizsgált [1], alacsonyabb üzletszámú és kisebb alapterületű bevásárlóközpont (Újbuda Center, Flórián Center, StopShop Óbuda) azonban bekerült a vizsgált rendszerbe, melyek területi elhelyezkedése (más bevásárlóközpontokhoz való közelsége vagy sugármenti elhelyezkedése) lehetővé teszi a rendszerbe történő bevonásukat.

A 4.1. ábrán látható, hogy a rendszerben vizsgált bevásárlóközpontok mely útvonalak mentén helyezkednek el. Az ábrán a színek azt jelölik, hogy területi elhelyezkedés alapján mely bevásárlóközpontok található egyazon sugár mentén, azaz vélhetően mely bevásárlóközpontokat érdemes egy járatban kiszolgálni az elhelyezkedésük alapján. Ezen természetesen a későbbiekben a volumen függvényében és a szimulációs vizsgálat során kapott

eredmények szerint is változtathatunk, a területi elhelyezkedésen túl más szempontokat is figyelembe véve. A betűjelölések az egyes útvonalak által érintett csomópontokhoz tartoznak, ezek szükséges volt felvenni annak érdekében, hogy az útvonalak megjeleníthetők legyenek térképen.



4.1. ábra: A budapesti bevásárlóközpontok és az azokat összekötő útvonalak a Kamaraerdőben elhelyezett konszolidációs központtal Google Maps-on

Látható, hogy a vizsgált bevásárlóközpontok a Nagykerutat is tartalmazó belső körgyűrűn, illetve az abból kiágazó sugarakon helyezkednek el. Ezeket a plázákat gateway-konceptión alapuló rendszerben, egy lehetőleg Budapest határán található (annak érdekében, hogy a városi utak terhelését csökkenthessük) konszolidációs központból kell kiszolgálni. Ennek a helynek közúton (és lehetőleg vasúton is) jól megközelíthetőnek kell lennie, hogy a városon (illetve országon) kívülről érkező nagy mennyiségű áru könnyen eljuthasson oda. Budapest esetében ilyen helyek találhatóak pl. a budaörsi ipari parkban, Káposztásmegyeren, Soroksáron vagy a Csepeli Szabadkikötőben. A későbbi modellezés során a plázák elhelyezkedése alapján egy a budai oldalon található konszolidációs központot vizsgáltunk, így esetünkben az ábrán is látható módon a Kamaraerdőben vettük fel a konszolidációs központot (a korábbi, mezoszkópikus szintű szimulációs modellel végzett vizsgálatok esetében is a Kamaraerdővel dolgoztunk, mint konszolidációs központ [4] [5]). A szimulációs vizsgálat során kapott eredményeink tehát erre az esetre vonatkoznak. A vizsgálat természetesen más

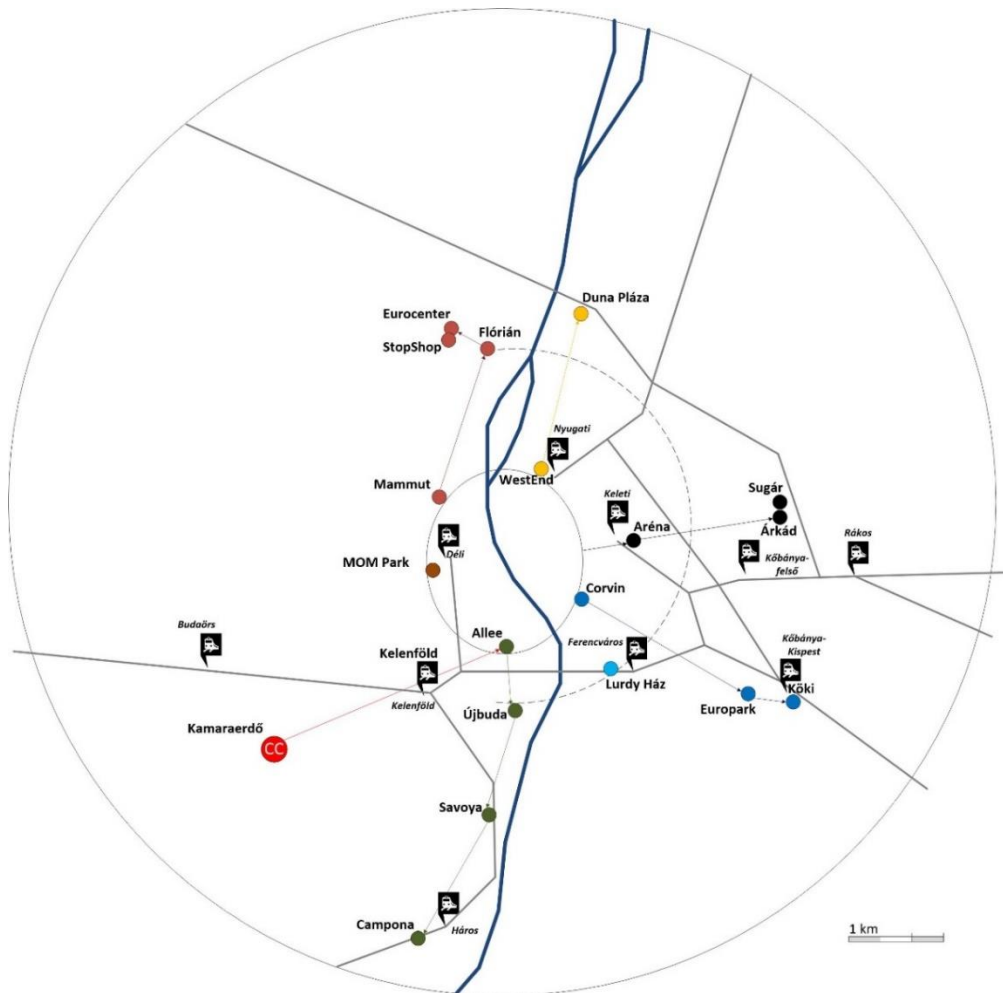
konzolidációs központokkal is elvégezhető és a kapott eredmények összehasonlíthatók, azonban jelenleg a dolgozat terjedelme ezt nem teszi lehetővé. A fenti ábra alapján elkészítettem a budapesti bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének geometria modelljét, amely a 4.2. ábrán látható.



4.2. ábra: A budapesti bevásárlóközpontok és azokat összekötő útvonalak geometriai modellje

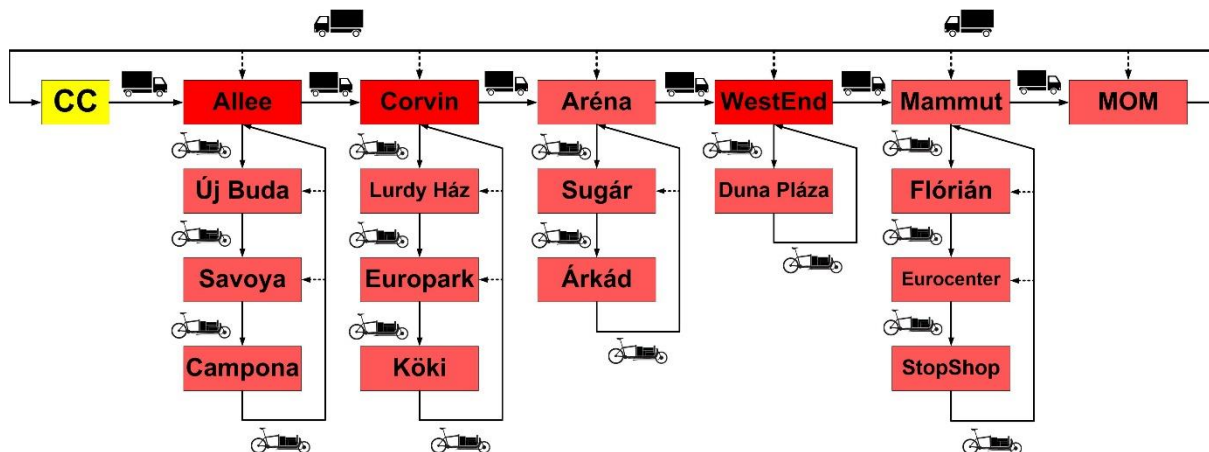
A plázák ilyesfajta elhelyezkedése teszi lehetővé azt, hogy azokat a később részletesen bemutatásra kerülő rendszerbe szervezve kiszolgálhassuk. Az ábrán láthatók a város körgyűrűi, köztük a külső gyűrűvel, az M0-ással, továbbá a sugárként elhelyezkedő, a plázákat összekötő útvonalak. Az ábrán a Kamaraerdőbe felvett konzolidációs központ is megjelenik, CC jelöléssel. Az ábra természetesen tartalmaz elhanyagolásokat, tudjuk, hogy a körgyűrűk tört vonalakkból állnak, illetve nem is minden esetben alkotnak teljes kört, illetve a sugarakat is tört vonalakkból kaphatjuk meg, mint az a korábbi térképen látható is volt. A bevásárlóközpontok kiszolgálását tehát ezeken az útvonalakon lehetne megvalósítani. Az ábrán a színek jelölik a területi elhelyezkedés alapján egy járatban kiszolgálendő bevásárlóközpontokat.

A 4.3. ábrán látható a rendszer geometriai modellje (ezúttal kevesebb elhanyagolással) a legfontosabb budapesti vasútállomásokkal (azaz a vasúti kapcsolatokkal) és a Dunával (azaz a folyami kapcsolatokkal). Látható, hogy a rendszer jó vasúti és folyami kapcsolatokkal is rendelkezik, így egyfelől lehetőség nyílt arra is, hogy a konszolidációs központba (vagy speciális esetekben, egy más kialakítású rendszerben a bevásárlóközpontokhoz közeli vasútállomások rakodóira) vasúton érkezen az áru, vagy akár cargo hajókat is bevonjunk a rendszerbe a későbbiekben, így kihasználva Budapest amúgy kihasználatlan vízi útjait.



4.3. ábra: A budapesti bevásárlóközpontok és azokat összekötő útvonalak geometriai modellje a vasúti és folyami kapcsolatokkal

A geometriai modell, azaz a bevásárlóközpontok területi elhelyezkedése alapján felvázolható a rendszer egyszerűsített ábrája, amely a 4.4. ábrán látható. Az ábrán sötétebb színnel jelöltem azt a három bevásárlóközpontot, melyekről részletes adatokkal rendelkezünk.



4.4. ábra: A budapesti bevásárlóközpontokat kiszolgáló rendszer egyszerűsített ábrája

A fenti ábra szerint a konszolidációs központból (CC, ez a későbbi szimulációs vizsgálat során a Kamaraerdőben helyezkedik el) indul a mozgó raktérként szolgáló jármű (vagy árumennyiség függvényében akár járművek), amely felkeresi a körúton található bevásárlóközpontokat (megfelelően nagy árumennyiség esetén azok közül egy plázát). A felkeresett pláza (plázák) logisztikai területeit áruforgalmi zsilipként vesszük igénybe a rendszerben, innen fog történni a környező, sugár mentén elhelyezkedő plázák kiszolgálása cargo kerékpárral vagy környezetbarát tehergépjárművel. Ezekben az esetekben cargo bike vagy kistehergépkocsi szállítja azon árukat, melyek mérete azt lehetővé teszi, a további árukat nagytehergépkocsival szállítjuk ki az áruforgalmi zsilipből, így az összes áru kezelése lehetővé válik az új rendszerben. Az ábrán megjelennek az üzletek közötti szállítások és az inverz anyagáram kezelése is, megfelelő kapacitás esetén ezek is beilleszthetők a rendszerbe, azonban ezeket a dolgotat során nem vizsgáljuk terjedelmi okok miatt.

A vizsgálat során felmerült az is, hogy a koncepciókban az elhelyezkedése miatt a Váci utca bevásárlóövezetet is vizsgáljam, egyfajta virtuális bevásárlóközpontként. Ebben az esetben a bevásárlóközpontokhoz hasonlóan kisebb területen található nagyobb mennyiségű üzlet (456 üzletről van szó ebben az esetben), ennek a területnek a kiszolgálása is egy komoly city logisztikai kihívás. Azonban más feladatról van szó, mint a bevásárlóközpontok ellátása, mivel nagyobb területen szóródnak el (ld. a 4.5. ábrán, a közelben található két bevásárlóközpont méretével együtt) ezek az üzletek és nem áll rendelkezésre dedikált logisztikai terület, amelyet áruforgalmi zsilipként használhatnánk. Vannak ugyan közös rakodóhelyek, de azoknak más a mérete és funkciója, így zsilipként nem használhatók. További probléma, hogy a volumen is lényegesen nagyobb, mivel a legnagyobb üzletszámú plázánál is több, mint százal több üzlet található ezen a területen (a Váci utcában 456, a WestEnd-ben 351 üzlet található minden

üzletet figyelembe véve). Ezek miatt ebben a zárt modellben ezt véleményünk szerint nem célszerű vizsgálni, viszont világosan látszódik, hogy ez a terület is rejt magában potenciálokat, ezért később érdemes lenne ennek a területnek is a konszolidáción alapuló ellátó rendszerét lemodellezni. Emiatt jelenleg is folyamatban van a Váci utca bevásárlóövezet city logisztikai szempontú vizsgálata, melynek néhány eredményéről a korábbiakban már írtam.



4.5. ábra: A Váci utca bevásárlóövezet által lefedett terület térképe a hozzá tartozó üzletszámokkal [39]

4.2. A budapesti bevásárlóközpontok általános jellemzői

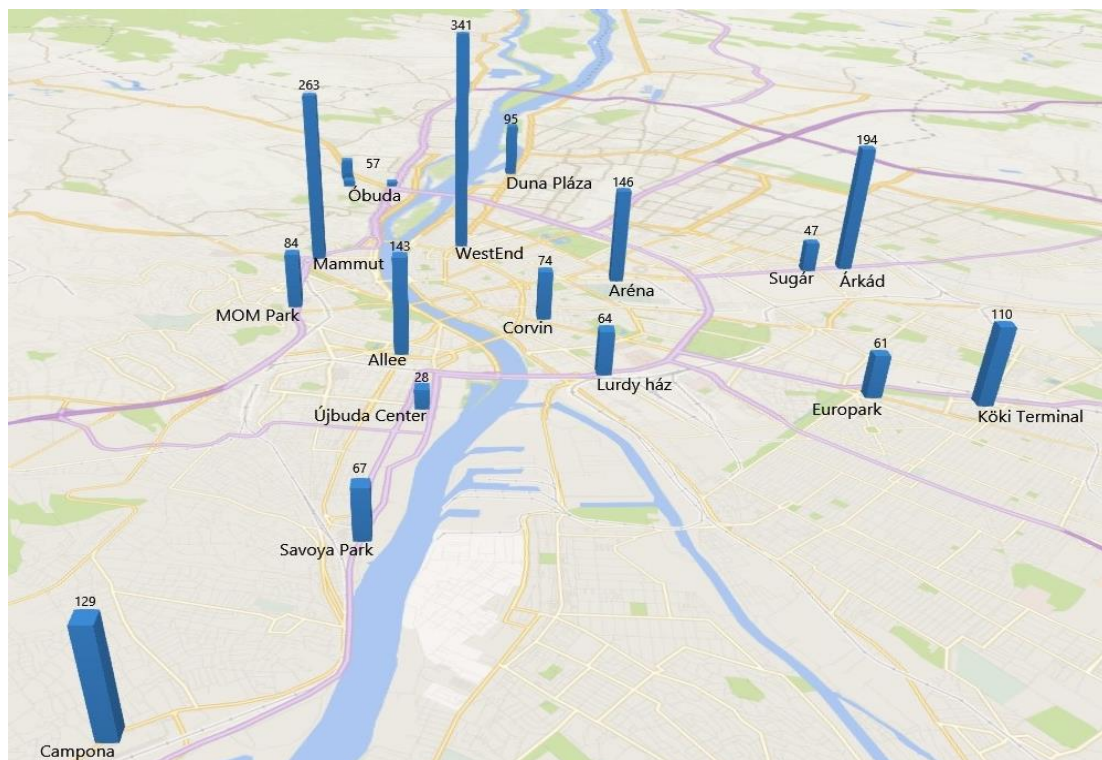
A vizsgált bevásárlóközpontokban jelenleg a 2. mellékletben látható a különböző profilú üzletek száma. A kimutatás 2016 első negyedében készült, ezzel dolgoztam a vizsgálat során. Az azóta eltelt időszakban történhetett ugyan kismértékű változás, de az arányok nem változtak jelentősen, makroszkopikus szinten pedig ez nem befolyásolja a számításokat. Ezen üzletek közül néhány kategóriába esőt jelenleg nem vizsgálunk. Nem foglalkozunk a bankokkal, pénzváltókkal, biztosítókkal, mivel azok áruforgalma speciális kategóriába esik, ebben a rendszerben pénzszállítással nem foglalkozunk, azok nem illeszthetők be a gateway-koncepción alapuló rendszerbe. Nem vizsgáljuk továbbá azon szolgáltatás, illetve szabadidő kategóriába eső üzleteket sem (pl. mozi, fodrász, utazási iroda), ahol a fő termék nem kézzel fogható áru, ebből adódóan pedig áruforgalmuk is speciális. Szintén nem vizsgáljuk a Nemzeti Dohányboltok áruforgalmát (ezeket az üzleteket az előbbi táblázatban az Egyéb kategóriába soroltuk be), mivel ezeknek a beszállításait meghatározott cégek bonyolítják le

saját rendszerük szerint, törvényi szabályozás alapján. A vizsgálandó üzletek száma a különböző profilok szerint a 4.1. táblázatban látható.

	Vizsgálandó üzletek száma	Ajándék/modell/hobby	Cipő	Egészség	Élelmiszer	Étterem/kávézó	Hírlap	Illatszer/szépség	Írószer	Játék/gyermek	Kisállat	Könyv	Lakás	Műszaki	Óra/ékszer	Ruha/táska	Sportszer	Szabadidő	Szolgáltatás	Virág	Egyéb
Eurocenter	37	1	1	1	1	9	0	3	0	1	1	1	0	5	3	6	1	0	2	1	0
Stopshop Óbuda	12	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0
Flórián Center	8	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
Mammut	263	3	28	12	15	29	2	19	6	12	1	3	10	21	25	64	3	0	8	2	0
MOM Park	84	0	4	5	5	14	1	6	1	3	0	2	1	7	5	26	1	0	2	1	0
Allee	143	3	16	5	8	20	1	12	1	5	0	2	5	13	11	34	4	0	3	0	0
Savoya Park	67	1	3	4	4	7	1	2	1	2	1	1	4	9	4	16	3	0	3	1	0
Campona	129	6	12	4	9	17	1	10	1	2	1	1	6	11	5	35	3	0	4	1	0
Újbuda Center	28	1	0	2	1	4	1	1	1	1	1	0	7	1	0	5	1	0	0	1	0
WestEnd	341	14	12	9	10	47	2	19	2	1	1	3	2	28	28	139	5	0	18	1	0
Duna Pláza	95	5	5	5	3	2	1	8	1	1	1	2	3	6	4	31	4	0	12	1	0
Corvin	75	3	5	3	4	11	0	5	1	0	0	1	1	4	1	26	2	0	8	0	0
Aréna	146	1	11	6	6	19	1	9	0	1	0	1	0	5	11	67	1	0	7	0	0
Sugár	47	5	2	4	1	7	0	1	1	0	2	1	1	3	2	9	0	0	8	0	0
Árkád	194	4	9	9	8	23	1	9	0	0	1	0	2	9	13	86	3	0	17	0	0
Köki Terminál	110	3	3	6	5	15	0	6	2	2	1	1	5	3	7	33	2	0	15	1	0
Europark	61	1	2	3	3	5	1	3	1	1	0	2	0	5	2	16	1	0	14	1	0
Lurdy Ház	64	3	1	7	5	1	0	2	1	1	1	2	5	3	4	17	1	0	9	1	0

4.1. táblázat: A különböző profilú, jelenleg vizsgált üzletek előfordulása a vizsgált bevásárlóközpontokban

A 4.6. ábrán látható a bevásárlóközpontok vizsgált üzleteinek száma térképen ábrázolva. Ezen és a későbbi hasonló ábrákon a három egymás közelében lévő óbudai plázát (Stop Shop, Flórián és Eurocenter) külön nem került feliratozásra az áttekinthetőség érdekében, Óbudaként összesítve jelennek meg az ábrákon.



4.6. ábra: A budapesti bevásárlóközpontok üzletszámait térképen ábrázolva

A 18 vizsgált bevásárlóközpont közül hárommal kapcsolatban a korábbi kutatásaink alapján rendelkezésünkre álltak különböző adatok. Ezek és a különböző fő profilú üzletek előfordulásai alapján lehetséges volt becsléseket tenni a további plázák áruforgalmi jellemzőire. A meglévő adatok alapján kiszámítottam az egyes profilokra vonatkozó fajlagos jellemzőket, átlagos értékeket, és ezek (illetve a különböző profilok előfordulása) alapján végeztük el a becsléseket azokra az üzletekre és plázákra, amelyekkel kapcsolatosan részletes adataink nem álltak rendelkezésre. A három korábban vizsgált bevásárlóközpontra vonatkozó adataink alapján kiszámítottuk Ezeket az adatokat és a bevásárlóközpontok üzletszámait felhasználva számoltam ki az egyes plázákra vonatkozó adatokat.

Első lépésben a rendelkezésre álló adatok közül (327 üzletre vonatkozó adatok) eltávolítottam a hiányos adatsorokat (azon adatsorokat, ahol a szállítási gyakoriságra, illetve a szállítási egységek típusára és tömegére vonatkozó adatok hiányoztak). Ezt követően a több profilt is megadó üzletekre fő profilt határoztam meg. Következő lépésként meghatároztam a vizsgált jellemzők (beszállítások száma, szállítási egységek előfordulása, árutömeg, árutérfogat és a cargo kerékpárok felhasználhatósága (a jelen dolgozatban BULLITT típusú cargo kerékpár áruszállító dobozával, illetve a szállítási egységek jellemző tömegével és térfogatával számolva) egyes profilokhoz tartozó várható értékeit. A vizsgált jellemzőkhöz négy várható érték tartozik: a három korábban felmért bevásárlóközpontra vonatkozó, illetve egy általános érték, melynek meghatározásához minden adatot felhasználtam. Ezt követően a (4.1.) képlet alapján meghatároztam a három felmért bevásárlóközpont további üzleteire vonatkozó adatokat. A j. profilú i. üzletre vonatkozó x jellemző értéke ekkor az 1. bevásárlóközpont j. profilú üzleteire vonatkozó x jellemző várható értékével megegyezik.

$$x_{i(j)} = M(x)_j^l \quad (4.1.)$$

Ezzel ismertté váltak a három bevásárlóközpontra vonatkozó összesített jellemzők. A rendelkezésre álló várható értékek alapján ezt követően a (4.2.) képlet használatával meghatároztam a további 15 bevásárlóközpontra vonatkozó összesített értékeket: a beszállítások összes számát, az összesített árumennyiséget, illetve a cargo kerékpárok felhasználhatóságára vonatkozó összesített paramétert. Az 1. bevásárlóközpontra vonatkozó összesített X jellemző becslült értéke így a profilok 1. bevásárlóközpont-beli előfordulásai (N_j^l) és az adott jellemző általános (az összes adatból számolt) várható értékének szorzatösszegeként adódik.

$$X_l = \sum_{j=1}^{20} N_j^l \cdot M(x) \quad (4.2.)$$

Az így kapott, a beszállítások lehetséges (a becsült adatok alapján meghatározott) maximális számára és a maximális árumennyiségre (árutömegre és árutérfogatra) vonatkozó napi adatok a 4.2. táblázatban láthatók. A tömeg és térfogatadatok osztályközösen kerültek megadásra az egyes üzletekre vonatkozólag, így adott időszakra minimum és maximum értéket tudunk meghatározni. Fontos kiemelni, hogy a táblázat a beszállítások maximális napi számát mutatja, azaz azt az esetet, amikor minden üzlet szállításai egyazon napra esnek (tehát az adott napon szállít a havonta csak egyszer szállító üzlet is és a minden nap szállító üzlet is).

Napi szállítások (maximális)						
Bevásárlóközpont	Üzlet-szám	Napi összes szállítás	Összes tömeg min [kg]	Összes tömeg max [kg]	Összes térfogat min [m ³]	Összes térfogat max [m ³]
Allee	143	179	65000	214440	1401,36	1669,02
Corvin Plaza	74	98	16051	58105	636,06	743,28
WestEnd City Center	341	387	80278	285960	1730,98	2069,86
Eurocenter	37	45	12776	45104	251,21	297,17
Stopshop Óbuda	12	14	3016	11127	89,42	106,26
Flórián Center	8	9	2955	10520	59,81	73,07
Mammut	263	313	89530	288210	1848,11	2186,33
MOM Park	84	101	27880	94088	643,37	760,98
Savoya Park	67	80	21132	75116	455,69	546,32
Campona	129	152	45167	154167	1015,10	1204,43
Újbuda Center	28	33	11114	42929	173,53	218,77
Duna Pláza	95	107	23975	76390	472,90	569,30
Aréna	146	168	39031	133400	1035,93	1228,35
Sugár	47	54	10211	37460	242,21	285,19
Árkád	194	222	47471	169011	1298,53	1546,99
Köki Terminál	110	126	31128	109622	708,30	846,57
Europark	61	70	13782	45671	342,33	403,59
Lurdy Ház	64	72	14904	50871	379,95	453,95
Összesen	1903	2230	555401	1902191	12784,80	15209,45

4.2. táblázat: A bevásárlóközpontokra vonatkozó napi szállítások adatai

A becslések alapján kapott, a beszállítások maximális számára és a maximális árumennyiségre vonatkozó havi adatok a 4.3. táblázatban láthatók.

Havi szállítások						
Bevásárlóközpont	Üzlet-szám	Havi összes szállítás	Összes tömeg min [kg]	Összes tömeg max [kg]	Összes térfogat min [m ³]	Összes térfogat max [m ³]
Allee	143	3496	2101973	7516950	54760,98	66935,83
Corvin Plaza	74	1883	436563	1576770	11133,96	13361,90
WestEnd City Center	341	5583	1994116	7793250	45672,69	53563,88
Eurocenter	37	897	391811	1511149	8552,91	10208,31
Stopshop Óbuda	12	210	84826	313846	2792,94	3374,99
Flórián Center	8	135	51035	190801	1828,95	2270,76
Mammut	263	5700	2524183	8526667	59372,02	70984,66
MOM Park	84	1925	830527	3034969	20811,74	25016,33
Savoya Park	67	1476	612935	2269783	14552,96	17711,15
Campona	129	2740	1253724	4593965	32321,11	39031,99
Újbuda Center	28	516	241975	919367	5046,59	6155,27
Duna Pláza	95	1605	555069	1910205	12030,94	14673,88
Aréna	146	2855	1108820	4064478	29809,69	35629,04
Sugár	47	912	301247	1149353	7734,18	9093,60
Árkád	194	3642	1332670	5093496	36784,38	44303,17
Köki Terminál	110	2086	852634	3210839	21526,55	25991,35
Europark	61	1138	396833	1454110	10493,88	12698,64
Lurdy Ház	64	1101	363918	1300143	11346,81	13931,73
Összesen	1903	37 900	15 434 859	56 430 141	386 573	464 936

4.3. táblázat: A bevásárlóközpontokra vonatkozó havi szállítások adatai

A szállítási tranzakciók maximális számát és az egy hónapban beszállított összes árutömeget is ábrázoltam a háromdimenziós oszlopdiaagrammal, térképen, ezek a 3. és 4. mellékletekben találhatók.

4.3. Cargo kerékpárokat és mozgó raktárakat alkalmazó koncepciók bemutatása

Az előbbi fejezetben bemutatott becslési eljárás során külön vizsgáltam azt is, hogy a korábban bemutatott BULLITT típusú cargobike-kal hány szállításra van szükség az adott bevásárlóközpont kiszolgálásához három különböző esetben:

- cargobike-kal megvalósíthatónak tekintjük azt a beszállítást, ahol egy beszállításra egy (táblázatban 1 cargobike/szállítás, később erre alapul a B-eset),
- ahol egy beszállításra kettő (2 cargobike/szállítás, C),
- illetve ahol egy beszállításra három cargobike járatra van szükség (3 cargobike/szállítás, D).

A rendelkezésünkre álló adatok alapján ebben az esetben azt számítottam ki (az előbbi fejezetben képletekkel bemutatott becslési eljárást alkalmazva), hogy a volumen és a cargobike kapacitása alapján egy beszállítás hány cargobike egységet tesz ki (azaz hányszor tölti meg a cargobike áruszállító dobozát), és az előbbiekhöz hasonlóan kiszámítottam az egyes profilokra jellemző fajlagos értékeket, majd azzal becsültük a többi pláza jellemzőit. Fontos kiemelni, hogy a cargobike járatok maximális száma nem egyezik meg a szimuláció során meghatározandó szükséges járműszámmal, illetve a később bemutatásra kerülő rendszerben nem is minden bevásárlóközpontot fogunk cargo kerékpárral kiszolgálni.

Megvizsgáltam itt továbbá azt is, hogy a cargo kerékpárt egy nagyobb kapacitású tehergépkocsival (a szimulációs vizsgálat során a 4.9. ábrán látható Nissan eNV-200 tehergépkocsival számolva) kiváltva hogyan alakulnak a szállítások, hány szállításra lesz szükség abban az esetben, ha csak azokat a beszállításokat tekintjük ezzel a járművel elvégezhetőnek, melyeknél maximum egy járat elegendő a beszállítás lebonyolítására (erre alapszik a későbbi 4.11. ábrán E-vel jelölt eset).



4.7. ábra: Nissan eNV-200 típusú kistehergépkocsi [40]

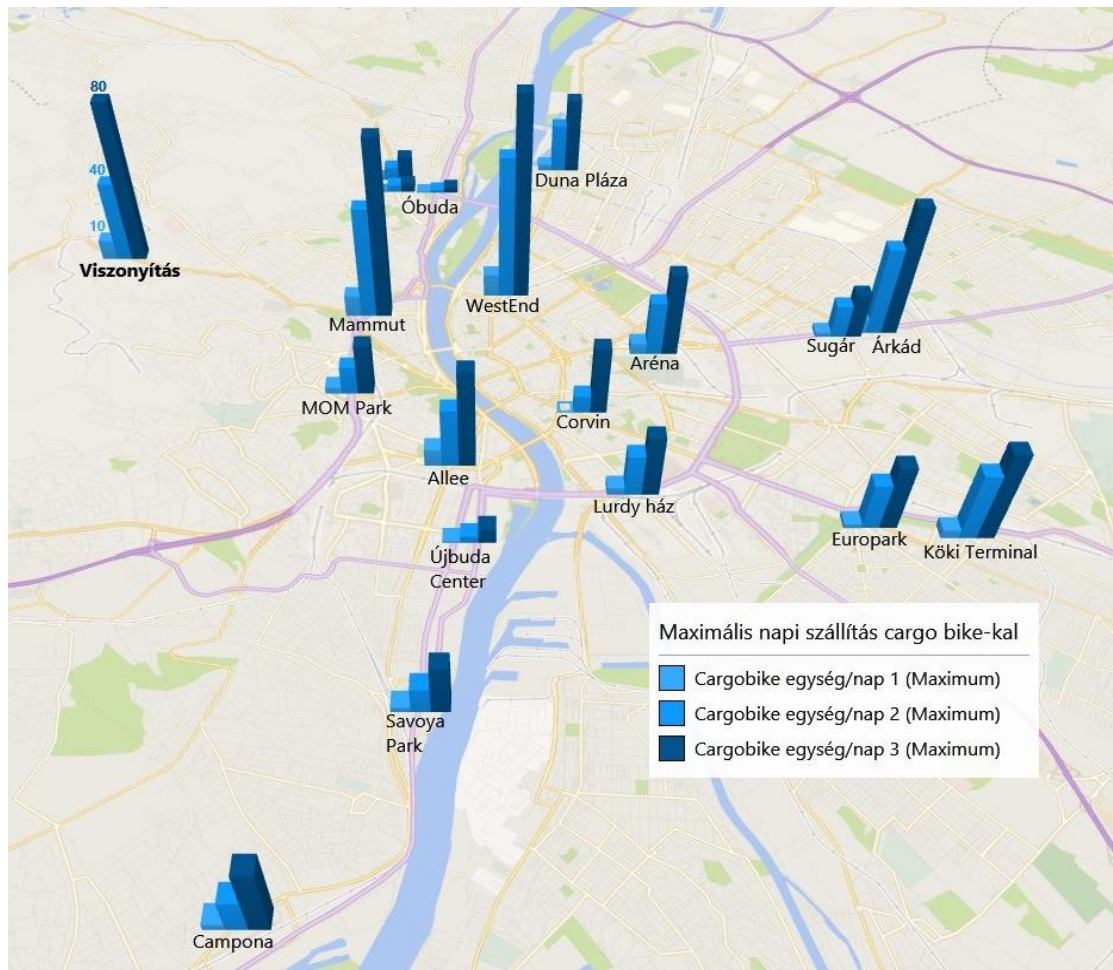
A kapott eredmények a 4.4. táblázatban láthatók.

Bevásárlóközpont	Üzlet-szám	1 cargobike/szállítás		2 cargobike/szállítás		3 cargobike/szállítás		Nissan alkalmazás	
		Cargobike egység/nap	Cargobike egység/hónap	Cargobike egység/nap	Cargobike egység/hónap	Cargobike egység/nap	Cargobike egység/hónap	Nissan egység/nap	Nissan egység/hónap
Allee	143	8,54	102,53	29,38	504,02	48,97	624,37	24,53	534,19
Corvin Plaza	74	0,00	0,00	8,78	45,64	33,68	801,14	29,08	730,18
WestEnd City Center	341	11,31	128,74	70,59	719,93	99,45	1064,11	48,91	835,61
Eurocenter	37	1,22	13,82	6,80	84,40	12,72	210,97	8,90	194,80
Stopshop Óbuda	12	0,41	4,96	3,71	31,41	4,71	38,16	1,86	33,45
Flórián Center	8	0,57	6,67	1,51	19,53	3,09	44,31	1,68	33,23
Mammut	263	10,68	124,60	55,54	612,75	88,68	1189,74	51,77	1084,97
MOM Park	84	3,33	38,75	14,09	180,92	25,47	386,58	16,85	368,04
Savoya Park	67	2,66	30,44	13,01	155,78	24,72	383,34	14,77	312,36
Campona	129	3,46	39,62	17,81	227,79	35,46	526,65	25,93	535,41
Újbuda Center	28	0,79	9,35	3,48	41,39	7,53	78,49	4,93	87,51
Duna Pláza	95	3,50	41,00	24,85	235,35	38,49	438,46	15,83	285,23
Aréna	146	5,56	65,88	27,01	324,96	41,43	524,22	23,20	471,94
Sugár	47	2,14	25,14	16,22	146,68	22,58	243,08	10,11	194,43
Árkád	194	7,58	89,36	43,79	481,04	64,15	780,82	31,16	616,52
Köki Terminál	110	4,32	51,32	33,23	304,45	44,31	436,57	17,32	329,97
Europark	61	2,10	24,39	22,81	191,75	32,15	351,33	11,10	217,17
Lurdy Ház	64	3,63	43,01	20,63	190,93	30,31	315,15	10,97	197,94
Összesen	1903	71,82	839,58	413,24	4498,73	657,91	8437,50	348,91	7062,95

4.4. táblázat: BULLITT cargobike és Nissan eNV-200 felhasználhatósága a bevásárlóközpontok ellátására

A táblázatban a korábban bemutatott három eset (a cargobike-os beszállítások esetén) 1 cargobike, 2 cargobike és 3 cargobike néven van jelölve (később erre alapulnak a B, C illetve D esetek). Látható, hogy az első esetben maximálisan (azaz a korábbiakhoz hasonlóan abban az esetben, ha a bevásárlóközpontok beszállításai ugyanarra a napra esnek) napi 72, a második esetben napi 414, a harmadik esetben pedig napi 658 cargobike-járatra van szükség ahhoz, hogy az egyes esetekben cargobike-kal szállíthatónak tekintett áruk eljuthassanak a vizsgált plázákba (az ezen felüli árucikkeket természetesen ekkor más módon kell eljuttatni a bevásárlóközpontokba). Hasonlóan, Nissan eNV-200 kistehergépkocsi alkalmazása esetén maximálisan napi 349 járatra van szükség az összes pláza kiszolgálásához. A későbbiekben bemutatásra kerülő szimulációs vizsgálat során azonban csak a környűrűn kívül eső bevásárlóközpontokat fogjuk ezekkel a járművekkel kiszolgálni, így a rendszerkonceptiók

vizsgálata során csak azok az adatok a relevánsak. A 4.8. ábrán látható, hogy a korábban bemutatott három esetben hány cargo kerékpáros beszállításra van szükség maximálisan egy nap során az egyes bevásárlóközpontok ellátásához (az ábra bal felső sarkában látható, hogy az oszlopok mérete hogyan alakul, napi db szállításban kifejezve).



4.8. ábra: Cargo kerékpáros beszállítások maximális napi száma a budapesti bevásárlóközpontokba a három vizsgált esetben

Az előbbieken bemutatott cargo kerékpárt és Nissan eNV-200 típusú kistehergépkocsit is alkalmazó megoldásokon alapulnak a későbbi szimuláció során vizsgálandó koncepciók. A budapesti bevásárlóközpontok geometriai modelljéből kiindulva, a rendelkezésre álló adatok alapján tett becsléseket felhasználva 5 esetet fogunk vizsgálni, ezeket a rendszerkonceptiókat dolgoztam ki a bevásárlóközpontok áruellátási rendszerére. Az A-eset egy klasszikus kétlépcsős megoldás (konszolidációs központtal és áruforgalmi zsilippel), a B, C, illetve D-esetek mozgó raktárat és cargo kerékpárokat alkalmazó háromlépcsős rendszerek, az E pedig ezekhez hasonló, cargo kerékpár helyett elektromos meghajtású kistehergépkocsival. Ezekben

a koncepciókban jelenleg tehergépkocsi fog mozgó raktárként funkcionálni, azonban ezt a későbbi vizsgálatok során tetszőlegesen helyettesíthetjük intermodális egységekkel is.

Ezt az 5 esetet fogunk megvizsgálni a későbbiekben, azaz a dolgozatban vizsgált rendszerkonceptiók összefoglalva az alábbiak:

- **A:** Konzolidációs központból csak nagytehergépkocsikkal látjuk el az bevásárlóközpontokat. Ez egy kétlépcsős rendszer, ahol az első gateway a konzolidációs központ, a második gateway pedig a bevásárlóközponti áruforgalmi zsilip, amely minden plázában megtalálható. Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

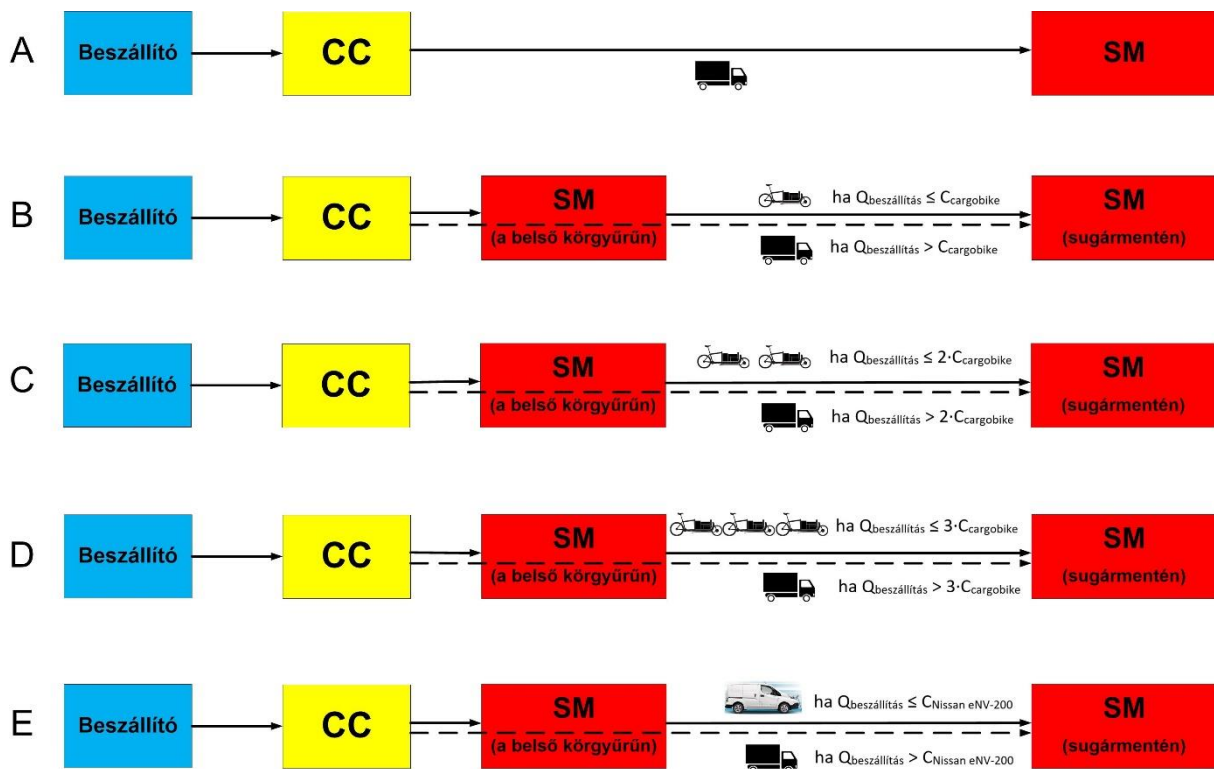
- **B:** Konzolidációs központból nagytehergépkocsival szállítunk a belső gyűrűre, onnan a megfelelő árukat cargo kerékpárral szállítjuk a geometriai modell alapján meghatározott sugarak mentén (csak azokat a beszállításokat tekintjük ekkor cargo kerékpárral kezelhetőnek, melyek esetében egy cargo kerékpáros járat elég a beszállítás lebonyolításához). A cargo kerékpárral ekkor nem szállítható árukat nagytehergépkocsival szállítjuk ki az üzletkebe (a B, C, illetve D koncepció megegyezik, az egyetlen eltérés az, hogy mely árukat tekintjük a kisebb járművekkel szállíthatónak) volumen függvényében célfuvaros vagy körjáratos jelleggel. Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

- **C:** Konzolidációs központból nagytehergépkocsival szállítunk a belső gyűrűre, onnan a megfelelő árukat cargo kerékpárral szállítjuk a sugarak mentén (csak azokat a beszállításokat tekintjük ekkor cargo kerékpárral kezelhetőnek, melyek esetében maximum két cargo kerékpáros járat elég a beszállítás lebonyolításához). A cargo kerékpárral nem szállítható árukat nagytehergépkocsival szállítjuk ki az üzletkebe volumen függvényében célfuvaros vagy körjáratos jelleggel. Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

- **D:** Konzolidációs központból nagytehergépkocsival szállítunk a belső gyűrűre, onnan a megfelelő árukat cargo kerékpárral szállítjuk a sugarak mentén (csak azokat a beszállításokat tekintjük ekkor cargo kerékpárral kezelhetőnek, melyek esetében maximum három cargo kerékpáros járat elég a beszállítás lebonyolításához). A cargo kerékpárral nem szállítható árukat nagytehergépkocsival szállítjuk ki az üzletkebe volumen függvényében célfuvaros vagy körjáratos jelleggel. Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

- **E:** Konzolidációs központból nagytehergépkocsival szállítunk a belső gyűrűre, onnan a megfelelő árutak Nissan eNV-200 kistehergépkocsival szállítjuk a sugár mentén (csak azokat a beszállításokat tekintjük ekkor Nissan eNV-200 kistehergépkocsival kezelhetőnek, melyek esetében maximum egy járat elég a beszállítás lebonyolításához). A kistehergépkocsival nem szállítható árutak nagytehergépkocsival szállítjuk ki az üzletbe volumen függvényében célfuvaros vagy körjáratos jelleggel. Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

Az öt koncepció értelmezéséhez a 4.9. ábra nyújt segítséget. Az ábrán $Q_{\text{beszállítás}}$ jelöli az egy beszállítás során érkező árumennyiséget, $C_{\text{cargobike}}$ a cargo kerékpár kapacitását és $C_{\text{Nissan_eNV-200}}$ a Nissan kistehergépkocsi kapacitását. Szaggatott vonallal jelöltük azokat a beszállításokat, amelyeknél nem alkalmazhatóak az alternatív megoldások a B-E koncepciók esetén. Ezek megvalósításával a következő fejezetben bemutatásra kerülő szimulációs vizsgálat végrehajtása során a nem foglalkozunk a dolgozat terjedelme miatt, azonban a későbbi vizsgálatok során elsődleges lesz azzal foglalkozni, hogy ezeket hogyan valósítsuk meg, hogyan integráljuk ebbe a rendszerbe gazdaságos módon.



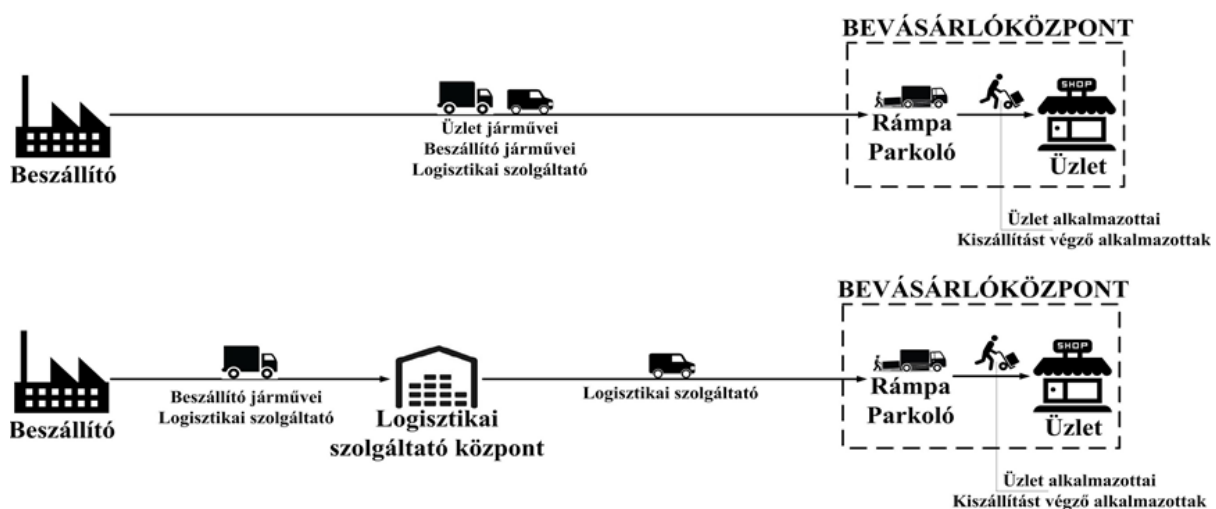
4.9. ábra: A cargo kerékpárt, illetve Nissan eNV-200 kistehergépkocsit alkalmazó megoldások értelmezése

5. A budapesti bevásárlóközpontok jelenlegi áruellátási rendszerének bemutatása és szimulációs vizsgálata

Az előbbi fejezetekben bemutatásra került a jelenlegi helyzet és a különböző lehetőségek, illetve felvázoltam olyan rendszerkoncepciókat, melyekben mozgó raktárakat, cargo kerékpárokat, illetve környezetbarát tehergépkocsikat alkalmazhatunk. Ebben a fejezetben első lépésként bemutatom a jelenlegi áruszállítási rendszert, mivel ennek vizsgálata nélkülözhetetlen ahhoz, hogy megállapításokat tegyünk az új rendszerkoncepciókkal kapcsolatban, összehasonlíthassuk azt az eredeti rendszerrel. Ennek vizsgálata egy Microsoft Excelben felépített, makroszkópikus szimulációs modell használatával történt, ezzel a fejezet második része foglalkozik, ezt követően pedig összefoglalom a szimulációs vizsgálat eredményeit.

5.1. A jelenlegi áruellátási rendszer bemutatása

A három budapesti bevásárlóközpont korábbi vizsgálata alapján megismertük, hogy jelenleg hogyan valósulnak meg a beszállítások a bevásárlóközpontokba, hogyan jut el az áru a beszállítóktól az üzletekig [4] [6]. Jelenleg a bevásárlóközpontok kiszolgálása az 5.1. ábrán látható módokon működik.



5.1. ábra: A bevásárlóközpontok kiszolgálásának jelenlegi megvalósításai [4]

A felső ábrán is látható módon a beszállítótól (a beszállító itt lehet maga a gyártó, egy központi raktár, nagykereskedés) az üzlet, a beszállító maga vagy egy logisztikai szolgáltató juttatja el az árut a bevásárlóközpontba. A bevásárlóközpontban a rámpáról (beszállítói udvarról) vagy számos esetben a parkolóból az üzlet alkalmazottai vagy a kiszállítást végző alkalmazottak mozgatják az árut az üzletbe. A másik, kétlépcsős esetben egy logisztikai

szolgáltató ékelődik a beszállító és a bevásárlóközpont közé. Ezek közül sok esetben az ismert csomagküldő szolgálatok végzik el a beszállításokat (pl. GLS, MPL), esetükben pedig a megfigyeléses vizsgálat alapján néhányszor megfigyelhető bizonyos fokú konszolidáció is.

Jelenleg problémát jelent az, hogy sok, kisvolumenű beszállítás történik, melyek egymással nincsenek összehangolva, ez a városi közlekedés szempontjából is komoly terhelést jelent, a bevásárlóközpontok logisztikai területein pedig zsúfoltság jelentkezhethet miattuk. További megoldandó feladat az, hogy a beszállítói udvar és az üzletek között sok esetben az üzlet alkalmazottai mozgatják az árut, ez pedig jelentős időt igényel, miközben azt tapasztaltuk, hogy sok esetben így nem tudják ellátni az összes feladatukat megfelelően az üzletben. A beszállítók külön-külön (illetve egyes ritkább esetekben körjáratokban) szolgálják ki a bevásárlóközpontokat. A rendszerben megjelennek üzletek közötti szállítások, egyfelől a bevásárlóközpontok között, továbbá a bevásárlóközpontok és más, bevásárlóközponton kívüli (akár más városban található) üzletek között is. A házhozszállítások vegyesen történnek az üzletekből, központi üzletekből, valamint központi készletből. Általában ezek a különböző típusú szállítások nincsenek összehangolva. Jelenlegi vizsgálatunk során az üzletek közötti szállításokat, házhozszállításokat és egyéb szállításokat külön nem vizsgáljuk, azonban természetesen ezek is beilleszthetők a vizsgált rendszerbe. Ehhez további modellezés és tervezés lesz szükséges a jövőben.

5.2. A jelenlegi áruellátási rendszert vizsgáló szimulációs modell bemutatása

A 3. fejezetben már röviden bemutatott adatok alapján elkészítettem a makroszkópikus szintű szimulációs modellt a jelenlegi rendszerre és annak használatával elvégeztem a bevásárlóközpontok beszállításainak szimulációs vizsgálatát. Ez a modell a korábban elkészített és publikált mezoszkópikus szintű szimulációs modellünk alapján készült [4] [5] [6], melyről a hivatkozott anyagokban részletes leírás található.

A modellben először a napi beszállítások számát generáljuk, ez a szimulációs modell alapkomponense (ld. az 5.2. ábrán), így a havi beszállítások számát nézve sikerült olyan generátort készíteni, amely 100%-osan modellezi a jelenlegi helyzetet, azaz a korábban kapott adatok szerint alakul a beszállítások száma egy hónapos időszakra nézve.

		Transports per day																																						
Transport informations		Day	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	Sum dev	0	37900	100,0%				
No	Mail ID	Supplier ID	Shop ID	SKU ID	Hour																															Monthly transport	Avg	Var	Dev%	
4	1	SM001	SUP001	SM001	SKU001	128	105	138	95	120	113	124	109	127	106	146	87	142	91	175	59	116	156	77	162	71	118	115	117	116	130	103	144	89	117	3496	116,5	26,6	0	0,0%
5	2	SM002	SUP001	SM002	SKU001	98	28	62	78	48	63	62	72	54	63	62	94	32	63	63	62	95	31	63	62	89	37	63	62	67	59	63	62	74	52	1883	62,8	17,3	0	0,0%
6	3	SM003	SUP001	SM003	SKU001	387	0	171	365	8	186	186	186	186	186	357	15	339	33	251	122	186	186	186	186	239	133	211	161	247	126	186	186	186	186	5583	186,1	95,9	0	0,0%
7	4	SM004	SUP001	SM004	SKU001	38	22	30	30	30	29	40	20	38	22	30	30	30	30	30	29	32	28	37	23	44	16	30	30	30	29	44	16	42	18	897	29,9	7,5	0	0,0%
8	5	SM005	SUP001	SM005	SKU001	8	6	11	3	7	13	1	10	4	11	3	10	4	12	2	7	13	1	8	6	10	4	7	12	2	10	4	14	0	7	210	7,0	4,1	0	0,0%
9	6	SM006	SUP001	SM006	SKU001	7	2	7	2	9	0	5	4	7	2	5	4	9	0	5	4	7	2	8	1	6	3	8	1	8	1	7	2	7	2	135	4,5	2,8	0	0,0%
10	7	SM007	SUP001	SM007	SKU001	300	80	204	176	210	170	238	142	313	67	289	91	194	186	247	133	278	102	267	113	200	180	269	111	269	111	276	104	200	180	5700	190,0	72,8	0	0,0%
11	8	SM008	SUP001	SM008	SKU001	87	41	65	64	64	64	76	52	69	60	64	64	68	60	96	33	64	64	67	61	101	28	64	64	87	41	74	55	64	64	1925	64,2	15,9	0	0,0%
12	9	SM009	SUP001	SM009	SKU001	71	27	57	42	49	69	29	60	39	49	76	22	64	35	49	57	41	74	25	49	78	20	65	34	49	71	27	56	43	49	1476	49,2	17,1	0	0,0%
13	10	SM010	SUP001	SM010	SKU001	128	55	91	130	53	91	137	46	91	146	37	91	143	40	91	141	42	91	113	70	91	119	64	91	122	61	91	134	49	91	2740	91,3	34,2	0	0,0%
14	11	SM011	SUP001	SM011	SKU001	21	13	26	9	17	20	14	25	10	17	19	15	32	3	17	18	16	28	7	17	27	7	23	12	17	23	11	26	9	17	516	17,2	7,0	0	0,0%
15	12	SM012	SUP001	SM012	SKU001	59	48	84	23	91	16	65	42	105	2	106	1	86	21	95	12	67	40	89	18	82	25	69	38	87	20	96	11	58	49	1605	53,5	33,4	0	0,0%
16	13	SM013	SUP001	SM013	SKU001	128	62	133	58	95	95	134	56	115	76	95	95	150	40	164	27	95	95	120	70	167	24	95	95	153	37	139	52	95	95	2855	95,2	39,9	0	0,0%
17	14	SM014	SUP001	SM014	SKU001	51	10	30	31	30	32	29	30	38	23	51	10	30	35	26	47	14	30	44	17	43	18	30	44	17	52	9	30	50	11	912	30,4	13,3	0	0,0%
18	15	SM015	SUP001	SM015	SKU001	216	27	121	211	32	212	31	121	151	92	182	61	121	199	44	187	56	121	173	70	158	85	121	132	111	126	117	121	202	41	3642	121,4	59,0	0	0,0%
19	16	SM016	SUP001	SM016	SKU001	84	55	126	13	120	19	100	39	89	50	89	50	107	32	93	47	69	97	42	114	25	111	28	77	62	125	14	114	25	70	2086	69,5	36,3	0	0,0%
20	17	SM017	SUP001	SM017	SKU001	61	15	38	38	38	38	38	37	64	12	62	14	60	16	59	17	38	38	38	38	38	38	37	67	9	45	31	60	16	38	1138	37,9	16,8	0	0,0%
21	18	SM018	SUP001	SM018	SKU001	57	16	48	26	37	36	37	37	36	57	17	36	40	34	37	36	37	37	36	57	17	36	46	28	37	36	58	16	36	37	1101	36,7	11,4	0	0,0%
																														1263,3										

5.2. ábra: A jelenlegi rendszert vizsgáló szimulációs modell beszállítások napi számát generáló komponense

A beszállításokhoz generálja (véletlengenerátorok használatával) a modell az összes árutömeget (a korábban bemutatott módon becsült napi minimum és maximum mennyiség alapján), azzal arányosan számítja az összes árutérfogatot (a napi minimum és maximum térfogat alapján). Ezt követően az adott bevásárlóközpont elhelyezkedése alapján kiszámítja a Budapesten belül megtett utat (csak a beszállításokra vonatkozólag, mivel arra nincs adatunk, hogy a beszállítások végrehajtása után merre távoznak a járművek). Ez alapján a modell kiszámítja az áruszállítási teljesítményt, számítja a benzin, illetve gázolajfogyasztást (személygépkocsik esetében benzinmeghajtással, tehergépkocsik esetében gázolajfogyasztással számolunk [41] és [42] alapján), abból pedig kiszámítja a káros anyag kibocsátást [43] és [44] alapján.

5.3. A jelenlegi áruellátási rendszer szimulációs vizsgálata

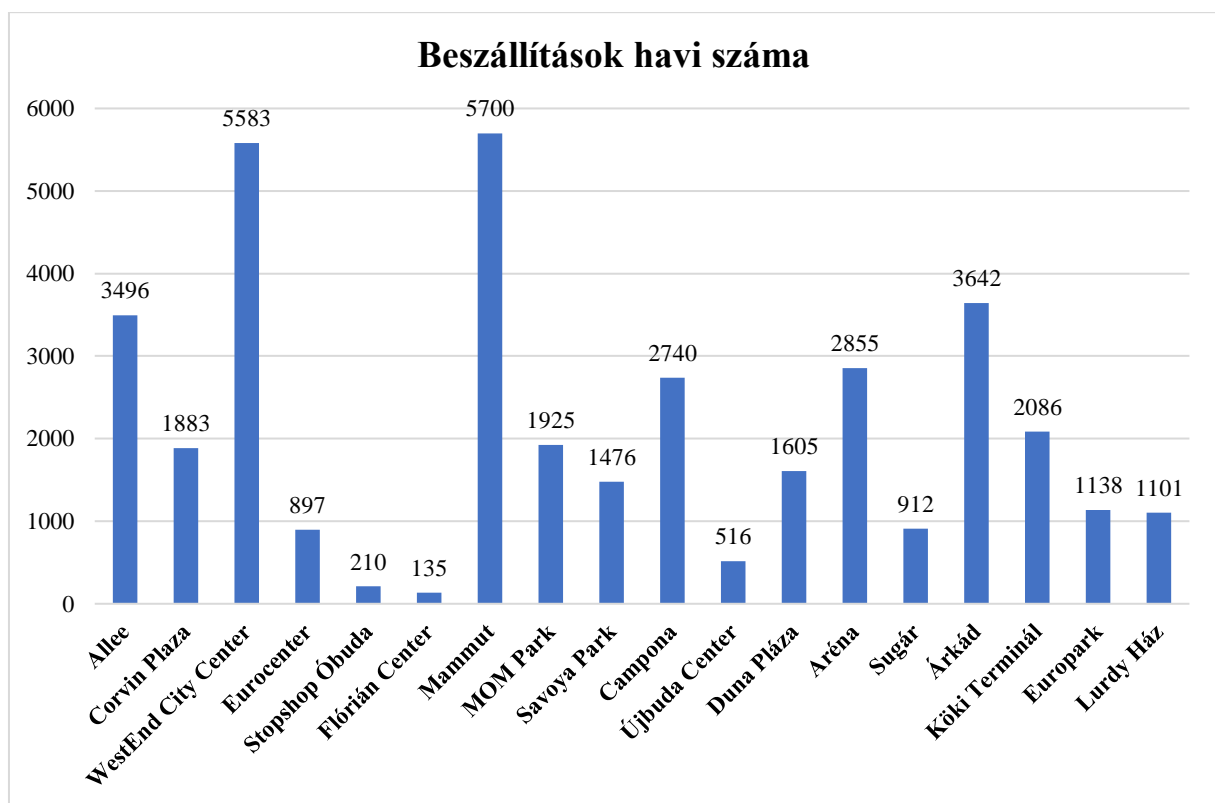
A szimulációs vizsgálat első lépéseként kísérlettervezést hajtottam végre, 95%-os megbízhatósággal és 10%-os megengedett hibával. Ezt követően végrehajtottam a szimulációs vizsgálatot és kértéltem a kapott eredményeket.

Az összes vizsgált budapesti bevásárlóközpontba történő beszállítási tranzakciók számára és az árumennyiségre vonatkozólag kapott adatok (várható érték, szórás, minimum, maximum, a konfidencia intervallum alsó és felső határa) az 5.1. táblázatban láthatók. Az üzletek száma állandó a vizsgálat során, a beszállítások száma pedig a modell felépítéséből adódóan állandó érték.

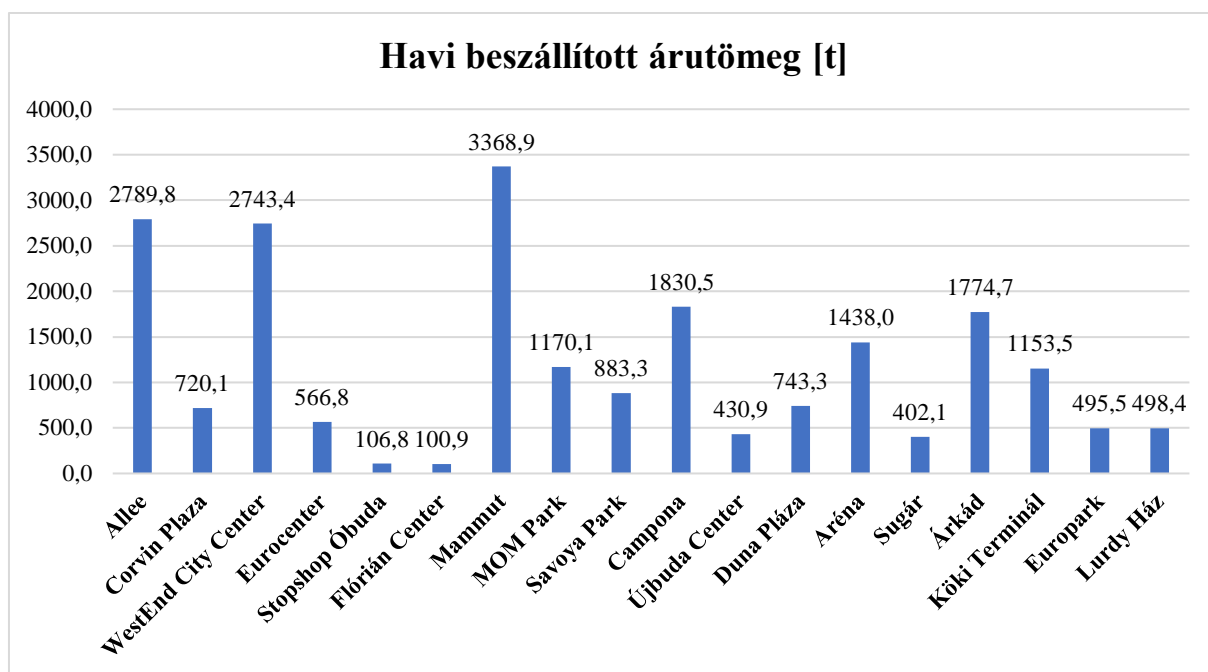
Összesített adatok	Üzletszám	Beszállítások száma [db/hónap]	Összes árutömeg [t/hónap]	Átlagos napi árutömeg [t/nap]	Árutérfogat [m ³ /hónap]	Átlagos napi árutérfogat [m ³ /nap]
Átlag	1903	37900	21217	702,2	169 998,6	5666,6
Szórás			412,9	13,8	3 342,1	111,4
Minimum			20514	683,8	164,177,4	5472,6
Maximum			21796	726,5	174 885,3	5829,5
Alsó határ			20921,6	697,4	167 607,8	5586,9
Felső határ			21512,3	717,1	172 389,4	5746,3

5.1. táblázat: A budapesti bevásárlóközpontokba történő beszállítási tranzakciók száma és a beszállított árumennyiségre vonatkozó paraméterek.

Az 5.3. ábrán látható, hogyan alakul a havi beszállítási tranzakciók száma bevásárlóközpontként, az 5.4. ábrán pedig a havi beszállított árutömeg jelenik meg. Összesen 37.900 beszállítás történik havonta a 18 pláza több, mint 1900 üzletébe, ezek közül legtöbb a legnagyobb üzletszámú Mammut-ba, illetve a WestEnd-be. Havonta összesen 21.217 tonna árut szállítanak be (ennek szórása 412,9 t), ebből a legtöbbet a Mammut-ba, Allee-ba és a WestEnd-be szállítják.



5.3. ábra: A beszállítási tranzakciók havi számának alakulása az elvégzett szimulációs kísérletek alapján



5.4. ábra: A budapesti bevásárlóközpontokba beszállított havi összes árutömeg az elvégzett szimulációs kísérletek alapján

A városon belül megtett útra és az áruszállítási teljesítményre vonatkozó paraméterek az 5.2. táblázatban láthatók. Egy hónap alatt ezek a beszállítások hozzávetőlegesen 685.000 km megtett utat jelentenek Budapest útjain. Mivel a beszállítások száma állandó, ezért a városon belül megtett út sem változik a kísérletek során a modell felépítése miatt (így bizonyos paramétereket nem értelmezzük), mivel a bevásárlóközpontok helye is változatlan. Az összes havi áruszállítási teljesítmény hozzávetőlegesen 48.281.000 tonna-km (a szórás pedig hozzávetőlegesen 1.586.300 tonna-km). A legnagyobb áruszállítási teljesítményt a Mammút (13.218.948,1 tonna-km) és a WestEnd (10.569.075,8 tonna-km) generálja, a legkisebb pedig a Flórián Centerhez tartozik (12.849,1 tonna-km).

Összesített adatok	Üzletszám	Városon belül megtett út [km/hónap]	Átlagos napi megtett út [km/nap]	Áruszállítási teljesítmény [t*km/hónap]	Átlagos napi áruszállítási teljesítmény [t*km/hónap]
Átlag	1903	685043,5	22834,8	48 281 164,2	1 609 372,1
Szórás				1 586 330,6	52 877,7
Minimum				44 930 288,0	1 497 676,3
Maximum				49 858 882,8	1 661 962,8
Alsó határ				47 146 371,6	1 571 545,7
Felső határ				49 415 956,8	1 647 198,6

5.2. táblázat: A városon belül megtett útra és az áruszállítási teljesítményre vonatkozó paraméterek

A megtett út alapján számított becsült üzemanyagfogyasztás az 5.3. táblázatban látható. A fogyasztási értékek szórása 0, mivel a modell felépítése miatt az egy hónapban megtett összes út állandó. A vizsgálat során a beszállításokat végző személygépkocsikat benzinfogyasztásúnak, a tehergépkocsikat pedig gázolajmeghajtásúnak tekintettük ([41] alapján). Mindkét üzemanyag esetén a legtöbb fogyasztás a belső környűrűn található legnagyobb plázák esetében, a Mammut-nál és a WestEnd-nél jelennek meg.

Üzletszám	Havi benzin-fogyasztás [l/hónap]	Napi benzinfogyasztás [l/nap]	Havi gázolaj fogyasztás [l/hónap]	Napi gázolaj fogyasztás [l/hónap]
1903	5278,7	176	40 642,5	1 354,8

5.3. táblázat: A havi összes üzemanyagfogyasztásra vonatkozó paraméterek

Az ebből a fogyasztásból eredő káros anyag kibocsátás az 5.4. táblázatban látható. Ezek óriási mennyiségek, melyek már önmagukban indokolják azt, hogy foglalkozunk ezzel a kérdéssel és kezdjük el alternatív megoldásokat kidolgozni. A táblázatban látható, hogy ez a kibocsátási mennyiség mit jelent átlagosan egy bevásárlóközpontra, illetve egy üzletre vonatkozólag.

	Havi összes kibocsátás [kg]	Bevásárlóközpontonkénti havi összes kibocsátás [kg]	Üzletenkénti havi összes kibocsátás [kg]
CO	42	2,33	0,022
CO ₂	8012,4	445,13	4,210
HC	3	0,17	0,002
NO _x	15,8	0,88	0,008
PM	1,9	0,11	0,001

5.4. táblázat: A budapesti bevásárlóközpontok beszállításai által okozott káros anyag kibocsátás

Látható, hogy a jelenlegi rendszerben a beszállítások komoly terhelést jelentenek egyfelől az utaknak, másfelől pedig jelentős környezetterhelést is okoznak. Ebből következik, hogy érdemes megvizsgálnunk különböző alternatív megoldásokat, foglalkozni kell új rendszerkonceptiók kidolgozásával és vizsgálatával. A következő fejezetekben bemutatom azt, hogy mi történik, ha a beszállítások egy konszolidációs központba érkeznek, és onnan nagytehergépkocsival, konszolidáltan végezzük a kiszállításokat, illetve, ha a nagytehergépkocsit mozgó raktárként alkalmazva eljuttatjuk az árut a budapesti belső környűrűre, és onnan a sugarak mentén kisméretű, környezetbarát járművekkel szolgáljuk ki a további plázákat a bemutatott rendszerkonceptiók szerint.

6. Az alternatív rendszerkonceptiók szimulációs vizsgálata

A korábbi fejezetben bemutattam a jelenlegi rendszer működését és modellezését, illetve az annak helyettesítésére alkalmas koncepciókat. A cargo kerékpárt (illetve elektromos tehergépkocsikat) és mozgóraktárakat alkalmazó koncepciók vizsgálatára is felépítettem egy makroszkópikus szintű szimulációs modellt Microsoft Excelben. Ebben a fejezetben bemutatom ezt a modellt, valamint az annak használatával elvégzett szimulációs vizsgálatot és annak eredményeit. Ez a modell és a szimulációs vizsgálat nélkülözhetetlen ahhoz, hogy megállapításokat tegyünk az új rendszerkonceptiókról, a korábban begyűjtött adatok pedig esetünkben lehetővé teszik azt, hogy modellezhessem az alternatív rendszerkonceptiókat.

6.1. A szimuláció során vizsgált esetek bemutatása

A 4. fejezetben részletesen bemutatásra kerültek a vizsgált rendszerkonceptiók. Ezekben BULLITT típusú cargo kerékpárt és Nissan eNV-200 típusú elektromos kistehergépkocsit használunk. A modellezés során ezt az öt esetet vizsgálom. Ezeket röviden ismét összefoglalom: azaz a dolgozatban vizsgált rendszerkonceptiók összefoglalva az alábbiak:

- **A:** Konzolidációs központból csak nagytehergépkocsikkal látjuk el az bevásárlóközpontokat kétlépcsős rendszerben (az első gateway a konzolidációs központ, a második gateway pedig a bevásárlóközponti áruforgalmi zsilip). Volumen függvényében előfordul célfuvaros és körjáratos megoldás is.

- **B:** Konzolidációs központból nagytehergépkocsival szállítunk a belső gyűrűre, onnan a megfelelő árukat cargo kerékpárral szállítjuk a sugarak mentén (csak azokat a beszállításokat tekintjük ekkor cargo kerékpárral kezelhetőnek, melyek esetében egy cargo kerékpáros járat elég a beszállítás lebonyolításához). Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

- **C:** Konzolidációs központból nagytehergépkocsival szállítunk a belső gyűrűre, onnan a megfelelő árukat cargo kerékpárral szállítjuk a sugarak mentén (csak azokat a beszállításokat tekintjük ekkor cargo kerékpárral kezelhetőnek, melyek esetében maximum két cargo kerékpáros járat elég a beszállítás lebonyolításához). Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

- **D:** Konzolidációs központból nagytehergépkocsival szállítunk a belső gyűrűre, onnan a megfelelő árukat cargo kerékpárral szállítjuk a sugarak mentén (csak azokat a beszállításokat tekintjük ekkor cargo kerékpárral kezelhetőnek, melyek esetében

maximum három cargo kerékpáros járat elég a beszállítás lebonyolításához). Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

- **E:** Konzolidációs központból nagytehergépkocsival szállítunk a belső gyűrűre, onnan a megfelelő árukat Nissan eNV-200 kistehergépkocsival szállítjuk a sugarak mentén (csak azokat a beszállításokat tekintjük ekkor Nissan eNV-200 kistehergépkocsival kezelhetőnek, melyek esetében maximum egy járat elég a beszállítás lebonyolításához). Volumen függvényében előfordulhat célfuvaros és körjáratos megoldás is.

A koncepciók értelmezését a 4. fejezetben már bemutatott, 4.9. ábra segíti. A cargo kerékpárral, illetve kistehergépkocsival nem szállítható árukat a B-E koncepciók esetén nagytehergépkocsival szállítjuk ki az üzletekbe volumen függvényében célfuvaros vagy körjáratos jelleggel, ezeket jelenleg a dolgozat kapacitása miatt nem vizsgáljuk, azonban a későbbi vizsgálatok során ezzel is foglalkozni kell majd.

6.2. Az alternatív megoldásokat vizsgáló szimulációs modell bemutatása

Ez a makroszkópikus szintű szimulációs modell két fő komponensből áll. Első része a bevásárlóközpontokba beszállítandó volumeneket modellezni, azaz a beszállítók és a konzolidációs központ közötti folyamatokat. Ennek kimenete szolgál bemenetként a második rész számára, amely a konzolidációs központ és az üzletek közötti folyamatokat vizsgálja. A modell első része a korábban publikált mezoszkópikus szintű szimulációs modellen [4] [5] [6] alapszik.

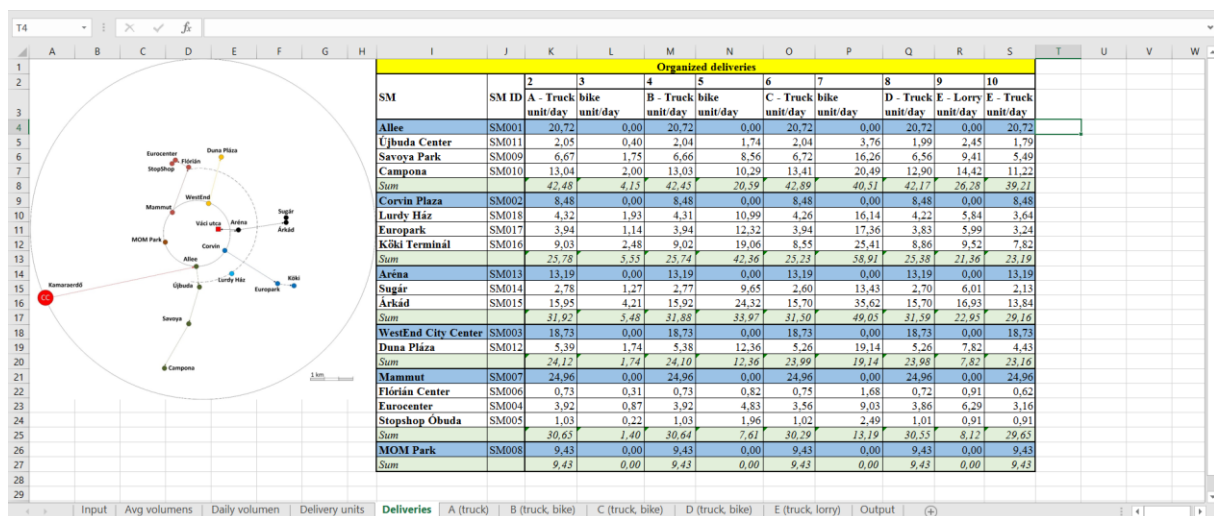
A modell első részének alapja a beszállításgenerátor, amely a jelenlegi helyzet modelljéhez hasonlóan azt mondja meg, hogy egy nap hány beszállítás történik a konzolidációs központba. Ezt havi szinten 100%-os pontossággal teszi, azaz annyi beszállítással számol, ahány a rendelkezésre álló adatok alapján egy hónapban történik. Ehhez generálja véletlengenerátor használatával napi szinten a beszállított árutömeget (a becsült napi minimális és maximális tömegek alapján), illetve ahhoz arányosan számítja a beszállított árutérfogatot (a minimális és maximális napi térfogat alapján).

Ezt követően a modell azt generálja, hogy a konzolidációs központból naponta hányszor kéne szállítani a bevásárlóközpontokba, napi darab szállításban és ahhoz tartozó tömegben kifejezve. A modell ekkor vizsgálja a konzolidációs központ készleteit (volumen alapján meghatározott biztonsági készlet és kezdőkészlet alapján), abból pedig meghatározza,

hogy az adott napon adott bevásárlóközpontba mennyi árut tudunk szállítani. Ez alapján kiszámítja a ténylegesen kiszállítandó árutömeget és árutérfogatot, ezek alapján pedig meghatározza, hogy az A, B, C, D és E esetekben ezzel az árumennyiséggel hány tehergépkocsit, illetve cargo kerékpárt lehet megtölteni.

A szimulációs modell első része ezeket az eredményeket adja, szimulációs vizsgálat végrehajtása utána ezek várható értékei és a kiszámított konfidenciaintervallumok szolgálnak bemenetként a modell második része számára.

A modell második része először az előbbieken megkapott 95%-os konfidenciaintervallumok alapján generálja a különböző (A-E) esetekben szállítandó árumennyiséget. Ezt követően a geometriai modell alapján meghatározott módon hozzárendeli az árumennyiséget a belső gyűrűn található bevásárlóközpontokhoz (ld. a 6.1. ábrán).



6.1. ábra: Az új rendszert vizsgáló szimulációs modell második részének szállításokat bevásárlóközpontokhoz rendelő komponense

Ez alapján a különböző koncepciókra (A-E) egyesével kiszámítja a modell, hogy hány FTL, illetve LTL szervezésű járatra van szükség, mekkora a megtett távolság, mennyi a szállítási teljesítmény, az összes időszükséglet, illetve az energiafelhasználás (ld. a 6.2. ábrán). Utolsó lépésként pedig kiszámítja, hogy a töltési időszükséglet, rakodási idő (ezek a későbbiekben részletesen bemutatásra kerülnek), illetve a megtett út alapján hány járműre van szükség a feladatok ellátásához.

Daily deliveries							Deliveries																	
Truck	Number of FTL deliveries	LTL	Bike	Number of FTL deliveries	LTL		Starting point	SM1	SM2	SM3	SM4	SM5	SM6	Return from	Return where	Bike/truck	Number of deliveries by truck	Number of deliveries by bike	Sum distance (km)	Sum return distance (km)	Sum delivery performance (t/day)	Sum time need (h/day)		
SM001	26,72	20	0,72	0,00	0,00		CC1	Allee						Allee	CC1	Truck	FTL	20	0	184,0	184,0	1084,4	44,6	
SM011	2,03	2	0,03	0,40	0,04		CC1	Corvin Plaza						Corvin Plaza	CC1	Truck	FTL	1	0	94,4	96,0	556,4	19,4	
SM009	4,89	6	0,89	1,73	1,13		CC1	Artes						Artes	CC1	Truck	FTL	13	0	171,6	211,9	1011,6	34,8	
SM010	13,06	13	0,06	2,00	1,10		CC1	WestEnd City Center						WestEnd City Center	CC1	Truck	FTL	18	0	253,6	250,3	1508,6	47,3	
	42,57	42	2,53	4,13	2,27		CC1	Mammut						Mammut	CC1	Truck	FTL	24	0	271,2	273,6	1998,4	57,8	
SM005	8,48	8	0,48	0,00	0,00		CC1	MOM Park						MOM Park	CC1	Truck	FTL	9	0	99,9	91,6	553,9	20,4	
SM011	4,34	4	0,34	1,93	1,03		CC1	Allee	Corvin Plaza	Artes	WestEnd City Center	Mammut	MOM Park	CC1	Truck	LTL	4	0	80,9	36,0	234,8	25,7		
SM011	3,95	3	0,95	1,14	1,14		Allee	Ujvada Center						Ujvada Center	Allee	Bike	FTL	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SM018	9,05	9	0,05	2,43	2,43		Allee	Serevs Park						Serevs Park	Allee	Bike	FTL	0	1	5,9	4,9	0,5	1,1	
	23,87	23	2,82	5,51	4,73		Allee	Campos						Campos	Allee	Bike	FTL	0	1	11,1	10,3	1,6	1,8	
SM011	13,18	11	0,18	0,00	0,00		Allee	Ujvada Center	Serevs Park	Campos				Campos	Allee	Bike	LTL	0	3	38,3	30,6	1,6	6,5	
SM014	2,79	2	0,79	1,27	1,14		Corvin Plaza	Lurby Ház						Lurby Ház	Corvin Plaza	Bike	FTL	0	1	3,0	3,0	0,3	0,3	
SM015	15,98	13	0,98	4,21	4,01		Corvin Plaza	Europark						Europark	Corvin Plaza	Bike	FTL	0	1	4,7	5,1	0,5	1,1	
	31,67	29	2,64	7,43	7,04		Corvin Plaza	Köki Terminal						Köki Terminal	Corvin Plaza	Bike	FTL	0	2	14,3	12,8	1,3	2,7	
SM003	18,73	18	0,73	0,00	0,00		Corvin Plaza	Lurby Ház	Europark	Köki Terminal				Lurby Ház	Corvin Plaza	Bike	LTL	0	2	17,9	12,8	0,8	3,4	
SM013	5,01	5	0,01	1,24	1,14		Artes	Sagar						Sagar	Artes	Bike	FTL	0	1	2,2	3,4	0,5	1,9	
	23,77	22	2,77	7,27	6,74		Artes	Arkád						Arkád	Artes	Bike	FTL	0	4	15,2	18,4	1,6	3,6	
SM007	24,96	24	0,96	0,00	0,00		Artes	Sagar	Arkád					Sagar	Artes	Bike	LTL	0	1	7,0	4,8	0,5	1,7	
SM004	0,73	0	0,73	0,31	0,31		WestEnd City Center	Duna Plaza						Duna Plaza	WestEnd City Center	Bike	FTL	0	1	4,2	4,2	0,4	0,8	
SM004	3,83	3	0,83	0,87	0,87		Mammut	Florian Center						Florian Center	Mammut	Bike	FTL	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SM002	1,03	1	0,03	0,22	0,22		Mammut	Europcenter						Europcenter	Mammut	Bike	FTL	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	30,67	29	2,64	7,43	7,04		Mammut	Stoppel Óbuda						Stoppel Óbuda	Mammut	Bike	FTL	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
SM008	9,43	9	0,43	0,00	0,00		Mammut	Florian Center	Europcenter	Stoppel Óbuda	Duna Plaza			Duna Plaza	Mammut	Bike	LTL	0	3	45,0	31,1	3,0	6,0	
	9,43	9	0,43	0,00	0,00											Sum	Truck	FTL	92	0	1067,1	1094,1	6284,1	224,5
																Sum	Truck	LTL	4	0	89,9	96,0	235,6	25,1
																Sum	Bike	FTL	0	12	64,8	64,8	3,8	12,6
																Sum	Bike	LTL	0	9	108,2	92,8	4,8	18,1
																Sum			96	21	1319,3	1264,4	6543,3	280,9

6.2. ábra: Az új rendszert vizsgáló szimulációs modell második részének járműszámokat meghatározó komponense

6.3. A beszállítandó volumen meghatározása

A volumen meghatározása (a modell első komponensével) lépéseként ismét kísérlettervezést végeztem, 95%-os megbízhatósággal és 10%-os megengedett hibával számolva, kivéve a konszolidációs központ készletére vonatkozó adatokat, mivel azokkal kapcsolatos pontos eredmény jelen esetben nem releváns, a vizsgálat célja jelenleg a szükséges járműszámok meghatározása, készletezési logikákat nem vizsgáltam.

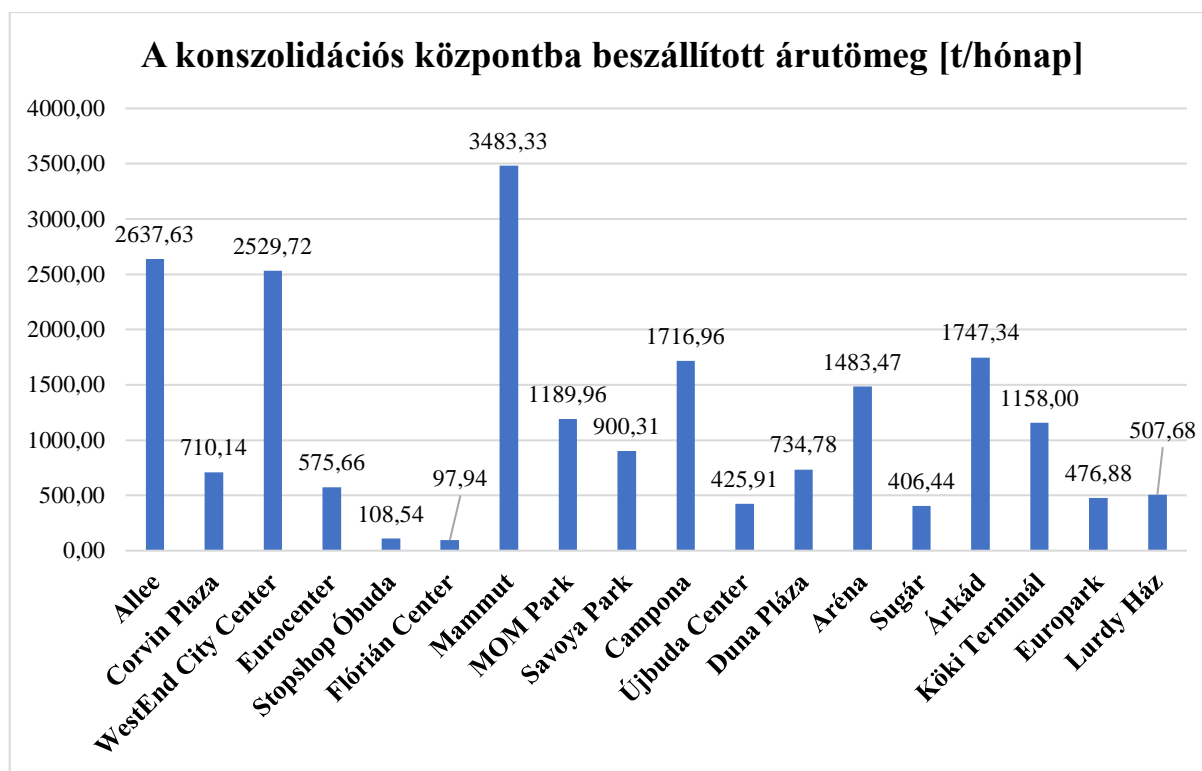
A modell használatával végzett szimulációs vizsgálat eredményei a következő táblázatokban találhatóak. A táblázatokban megtalálható a várható érték, a szórás, a minimum, a maximum és a konfidenciaintervallum alsó, illetve felső határa. A havi beszállítások száma és az ebből számított napi beszállítások száma állandó a szimulációs vizsgálat során, ezért azok esetében ez az érték lesz a várható érték, a többi paramétert pedig nem értelmezzük. A konszolidációs központba (CC) történő beszállítások jellemzői a 6.1. táblázatban találhatóak.

	CC havi beszállítások	CC beszállítások (napi átlag)	CC beszállított árutömeg [t/hónap]	CC átlagos beszállított árutömeg [t/nap]	CC beszállított árutérfogat [t/hónap]	CC átlagos beszállított árutérfogat [t/nap]
Átlag	37 900,00	1 263,33	20 890,69	696,36	167 525,62	5 584,19
Szórás			414,54	13,82	3 034,86	101,16
Minimum			19 970,30	665,68	160 754,00	5 358,47
Maximum			21 415,89	713,86	171 236,49	5 707,88
Alsó határ			20 578,10	685,94	165 237,18	5 507,91
Felső határ			21 203,28	706,78	169 814,06	5 660,47

6.1. táblázat: A konszolidációs központ beszállításainak jellemző paraméterei

Látható, hogy a beszállítások száma a modell kialakításából adódóan állandó a vizsgálat során. A beszállított árutömeg a jelenlegi rendszerhez hasonlóan havi 21000 tonna körül van, ezzel validálható is a modell, lehetővé válik a két eset összehasonlítása a tömegből kiindulva.

A 6.3. ábrán látható, hogy a szimulációs vizsgálatok eredményei alapján a konszolidációs központba történő beszállításoknak mekkora része tartozik az egyes bevásárlóközpontokhoz, ezek az értékek a jelenlegi helyzethez hasonlóan alakulnak.



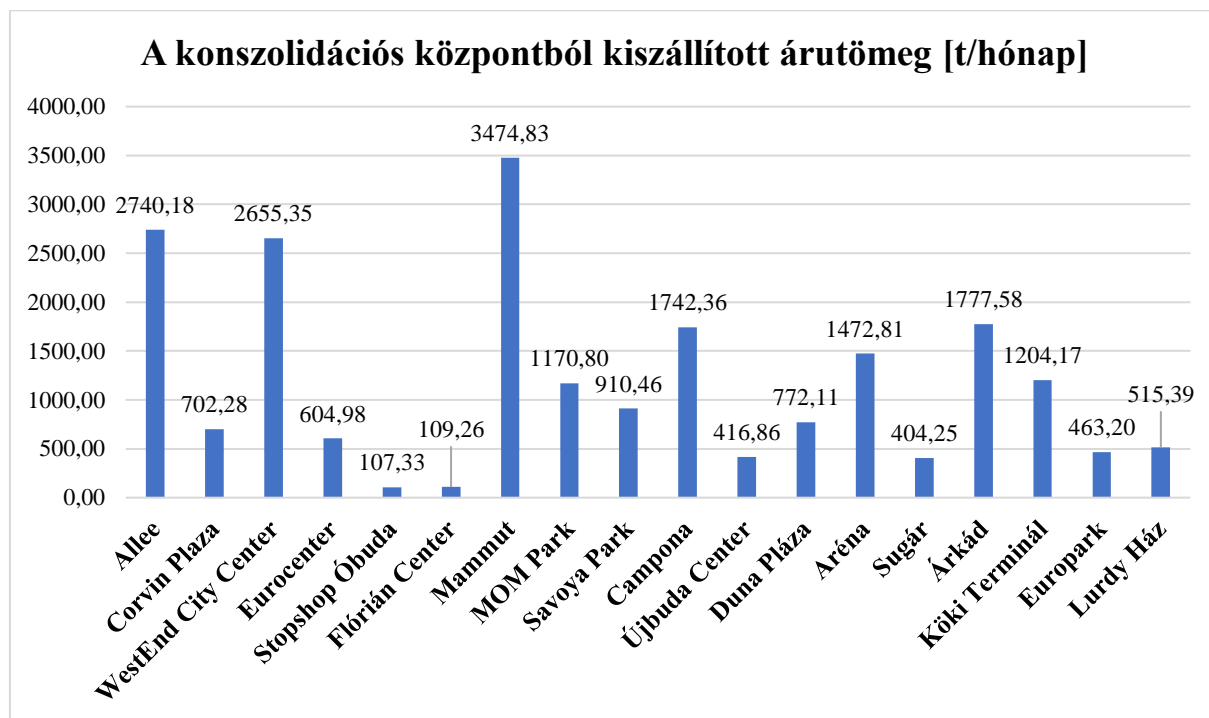
6.3. ábra: A konszolidációs központba beszállított árutömeg bevásárlóközpontok szerint

A konszolidációs központ készletére és az onnan történő kiszállításokra vonatkozó paraméterek a 6.2. táblázatban láthatók. A készletre vonatkozó paraméterek a vizsgálat szempontjából nem relevánsak, nem foglalkoztam készletezési logikákkal jelenleg.

	CC átlagkészlet [t/nap]	CC kiszállított árutömeg [t/hónap]	CC átlagos kiszállított árutömeg [t/nap]	CC átlagkészlet [m3/nap]	CC kiszállított árutérfogat [m3/hónap]	CC átlagos kiszállított árutérfogat [m3/nap]
Átlag	4678,73	21 244,21	708,14	37522,41	170 144,19	5 671,47
Szórás	323,18	376,16	12,54	2728,02	2 957,98	98,60
Minimum	4291,77	20 683,35	689,44	34559,77	166 108,07	5 536,94
Maximum	5193,73	21 761,50	725,38	41797,84	174 070,55	5 802,35
Alsó határ	4435,04	20 960,56	698,69	35465,34	167 913,72	5 597,12
Felső határ	4922,43	21 527,85	717,59	39579,48	172 374,67	5 745,82

6.2. táblázat: A konszolidációs központ készletére és az onnan történő kiszállításokra vonatkozó paraméterek

A konszolidációs központból kiszállított árumennyiség bevásárlóközpontonként bontva a 6.4. ábrán látható. A be- és kiszállított mennyiség közötti eltérést az okozza, hogy a két generátor nem összehangoltan működik, azonban így jobban közelíti a valóságot. A beszállítók nem teljesen abban az ütemben gyártanak, amelyben az egyes ügyfelek rendelik az árut (más tényezők is befolyásolnak, pl. sorozatnagyság, készletezési logika) így viszont tudnak akkor szállítani a konszolidációs központba, amikor nekik is megfelel, az pedig képes így átvenni a készletezési feladatokat is, ezért volt szükséges modellezni a készletet is.



6.4. ábra: A konszolidációs központból kiszállított árumennyiség bevásárlóközpontonként

A szimuláció során vizsgált, korábban bemutatott A-E esetekre vonatkozó paraméterek a 6.3.-6.5. táblázatokban láthatók, és azt fejezik ki, hogy az egyes esetekben mekkora mennyiséget kell a különböző típusú járművekkel szállítani naponta. A különböző esetekben a korábbiakban bemutatott módon határoztam meg, hogy mekkora árumennyiség szállítható az adott típusú járművel.

	Beszállítás csak nagytehergépkocsival (A)		Beszállítás cargo kerékpárral és nagytehergépkocsival (B)			
	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [t/nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [m ³ /nap]	Átlagos beszállítás cargo kerékpárral [t/nap]	Átlagos beszállítás cargo kerékpárral [m ³ /nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [t/nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [m ³ /nap]
Átlag	708,14	5671,47	1,82	4,36	706,33	5667,12
Szórás	12,54	98,60	0,04	0,11	12,51	98,53
Minimum	689,44	5536,94	1,74	4,20	687,70	5532,74
Maximum	725,38	5802,35	1,86	4,48	723,59	5798,02
Alsó határ	698,69	5597,12	1,77	4,28	696,90	5592,82
Felső határ	717,59	5745,82	1,84	4,44	715,77	5741,42

6.3. táblázat: A szimulációs vizsgálat során az A- és B-esetre kapott paraméterek

	Beszállítás cargo kerékpárral és nagytehergépkocsival (C)				Beszállítás cargo kerékpárral és nagytehergépkocsival (D)			
	Átlagos beszállítás cargo kerékpárral [t/nap]	Átlagos beszállítás cargo kerékpárral [m ³ /nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [t/nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [m ³ /nap]	Átlagos beszállítás cargo kerékpárral [t/nap]	Átlagos beszállítás cargo kerékpárral [m ³ /nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [t/nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [m ³ /nap]
Átlag	11,53	27,78	696,61	5616,88	17,85	43,01	690,29	5628,46
Szórás	0,27	0,64	12,39	86,07	0,42	1,01	12,30	98,00
Minimum	11,17	26,92	678,24	5487,39	17,27	41,62	672,18	5495,32
Maximum	11,89	28,64	713,96	5719,22	18,40	44,34	707,67	5759,66
Alsó határ	11,33	27,30	687,27	5551,98	17,53	42,25	681,01	5554,57
Felső határ	11,73	28,27	705,96	5681,78	18,16	43,77	699,57	5702,36

6.4. táblázat: A szimulációs vizsgálat során a C- és D-esetre kapott paraméterek

	Beszállítás elektromos kistehergépkocsival és nagytehergépkocsival (E)			
	Átlagos beszállítás kistehergépkocsival [t/nap]	Átlagos beszállítás kistehergépkocsival [m ³ /nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [t/nap]	Átlagos beszállítás tehergépkocsival [m ³ /nap]
Átlag	61,35	43,01	646,79	5304,92
Szórás	1,53	1,01	11,65	93,01
Minimum	58,66	41,62	630,78	5186,46
Maximum	63,18	44,34	664,27	5437,25
Alsó határ	60,20	42,25	638,00	5234,78
Felső határ	62,51	43,77	655,57	5375,06

6.5. táblázat: A szimulációs vizsgálat során az E-esetre kapott paraméterek

A különböző esetekben alkalmazandó struktúrát és a szükséges járműszámokat az így kapott eredmények alapján tudtuk meghatározni. Az ezekkel kapcsolatos számításokért a modell második része felel.

6.4. A járműszám meghatározása

A korábbiakban bemutatott eredményekből kiderült, hogy minden esetben jelentős volumenről van szó. A nagyobb volumenek szállítását környezetbarát tehergépkocsikkal szeretnénk megvalósítani, ezek szolgálnak mozgó raktárként az új rendszerekben (illetve ezek helyett alkalmazható lenne környezetbarát tehergépkocsi konténerrel, csereszekrényvel vagy akár félpótkocsi megoldás is, azonban jelenleg még nem vizsgáljuk intermodális egységek használatát). A 6.6. táblázatban láthatók néhány ilyen, elektromos meghajtású tehergépkocsinak a paraméterei, ezek közül választottam járművet a szimulációs vizsgálatához.

Típus	Raktérfogat [m ³]	Teherbírás [t]
BYD T5 Light Truck	nincs adat	2625
EMOSS CM 12	34,5	6550
IVECO Daily Electric	19,6	3500
NISSAN e-NT400	20,6	1800

6.6. táblázat: Környezetbarát tehergépkocsik paraméterei

Ezek közül a legnagyobb teherbírású járművet, azaz az EMOSS CM12-t választottam a szimulációs vizsgálatához, mivel a napi volumenek ezt indokolják.

A vizsgálatban szereplő járművek (a cargo kerékpár és a környezetbarát kis- és nagytehergépkocsik) paraméterei a 6.7. táblázatban láthatók.

	Teherbírás [t]	Raktérfogat [m ³]
BULLITT	0,1	0,241
Nissan eNV-200	0,703	4,2
EMOSS CM 12	6,55	34,5

6.7. táblázat: Az előforduló járművek paramétereinek összefoglalása [45] [46]

A szimulációs modell második része az előbbieken kiszámított volumenek (azok 95%-os megbízhatósággal vett konfidenciaintervalluma) alapján meghatározza, hogy a különböző (A-E) struktúrák esetén a különböző járművekből hány darabra van szükség. Fontos kiemelni, hogy az öt esetben nem ugyanarról a volumenről van szó. Az A esetben az összes árut kezeli az új rendszer, B-E esetekben pedig csak a belső gyűrűn található plázákba szállítjuk be az összes árut, ekkor az ezeket a szállításokat végző nagytehergépkocsi mozgó raktárként is funkcionál, a sugarak mentén található üzletekbe pedig csak azokat az árukat szállítjuk be, amelyek a korábban bemutatott módokon cargo kerékpárral, illetve Nissan eNV-200 típusú elektromos kistehergépkocsival szállíthatók. A többi beszállítást ekkor nem kezeljük, nem vizsgáljuk a dolgozat terjedelme miatt, hogy azokat hogyan lehetne bevinni ebbe a rendszerbe, azonban lehetséges lenne ezek FTL vagy LTL-szervezése is, ezzel a későbbi vizsgálatok során fontos lesz foglalkozni.

A beszállítások jellemzői az A-esetben a 6.8. táblázatban látható módon alakulnak. Ebben az esetben (ahogy a későbbiekben is) vannak célfuvaros módon (ekkor a felkeresett bevásárlóközpontok száma 1) és a geometriai modell szerinti sugarak mentén terítőjáratosan szervezett szállítások is (ezekkel szállítjuk a maradék, nem teljes járművet megtöltő árumennyiséget). A 6.5. ábrán az látható, hogy a vizsgált esetekben az egyes bevásárlóközpontokat hány járat érinti. Minden bevásárlóközpontozhoz két oszlop tartozik: a bal oldali kisebb oszlop jelenti a bevásárlóközpontot érintő körjáratok számát, a jobboldali pedig a célfuvaros kiszolgálást. Az egyes oszlopok által reprezentált nagyságot a korábbiakhoz hasonlóan a bal felső sarokban látható viszonyító oszlopokkal szemléltetjük. Az A megoldás hasonló a korábban publikált, mezoszkópikus szintű szimulációs modellel vizsgált esettel [4] [5] [6], így az eredmények is hasonlóak, azonban itt megengedünk körjáratos kiszolgálást is a sugarak mentén. Az A-esetben nem alkalmazunk mozgó raktárt és a cargo kerékpárt sem, csupán konszolidációt, azonban ez hasonlítható össze pontosan a jelenlegi rendszerrel, mivel csak itt integrálunk minden áruszállítási feladatot az új rendszerbe.

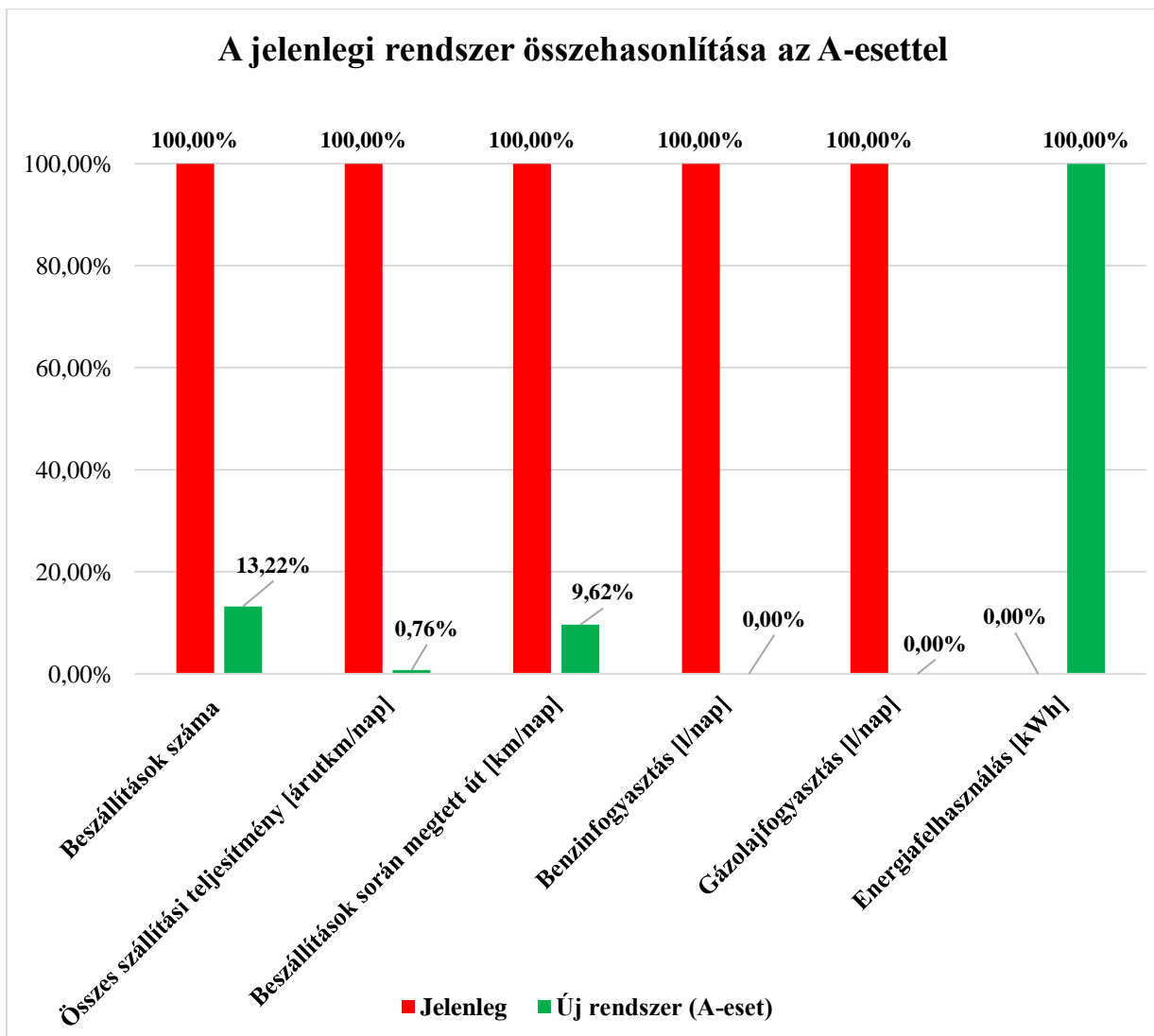
Beszállítások csak tehergépkocsival (A-eset)								
Kiindulási hely	Felkeresett bevásárlóközpontok				Beszállítások átlagos száma	Összes szállítási teljesítmény [árutkm]	Napi energia felhasználás [kWh]	
Konsz. központ	Allee				19,9	1079,3	291,3	
Konsz. központ	Újbuda				2,0	94,3	25,9	
Konsz. központ	Savoya				6,0	353,7	96,5	
Konsz. központ	Campona				12,6	631,4	178,4	
Konsz. központ	Allee	Újbuda	Savoya	Campona	2,0	125,6	48,8	
Konsz. központ	Corvin				8,3	577,4	158,0	
Konsz. központ	Lurdy				4,0	280,6	74,2	
Konsz. központ	Europark				3,1	279,6	76,1	
Konsz. központ	Köki				8,7	841,1	230,4	
Konsz. központ	Corvin	Lurdy	Europark	Köki	2,6	159,2	77,9	
Konsz. központ	Aréna				12,7	988,2	299,7	
Konsz. központ	Sugár				2,6	266,7	73,2	
Konsz. központ	Árkád				15,2	1514,3	423,2	
Konsz. központ	Aréna	Sugár	Árkád		1,9	113,2	57,9	
Konsz. központ	WestEnd				18,2	1523,5	409,1	
Konsz. központ	Duna Pláza				5,0	518,8	143,6	
Konsz. központ	WestEnd	Duna Pláza			1,7	92,0	49,8	
Konsz. központ	Mammut				24,6	1638,7	446,7	
Konsz. központ	Flórián				0,0	0,0	0,0	
Konsz. központ	Eurocenter				3,0	302,4	81,6	
Konsz. központ	Stopshop				0,5	47,5	13,2	
Konsz. központ	MOM	Mammut	Flórián	Eurocenter	Stopshop	3,6	251,1	116,5
Konsz. központ	MOM				8,8	523,9	134,5	
Összesen					167,0	12202,3	3506,8	

6.8. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása az A-esetben



6.5. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokat érintő járatok számának alakulása az A-esetben

Ezt az esetet jól összehasonlíthatjuk a jelenlegi rendszerrel, mivel ugyanakkor volumenről van szó mindkét esetben, ebben a rendszerben is minden árut kezelünk a jelenlegi vizsgálat során. A különböző paraméterek alakulása ekkor a 6.6. ábrán látható, ahol minden esetben a nagyobb értéket választottam 100%-nak. Látható, hogy a beszállítások száma, a megtett út és a szállítási teljesítmény is nagyon nagy mértékben csökkenthető, benzin és gázolaj helyett pedig teljes mértékben elektromos áramot használhatunk az új rendszerben.



6.6. ábra: A jelenlegi rendszer és az A-eset összehasonlítása

A dolgozatban vizsgált rendszerkonceptiókra, azaz a B, C, D, illetve E-esetekre vonatkozó paraméterek a 6.9.-6.12. táblázatokban láthatók. A különböző jellemzőket ekkor külön-külön is meghatároztuk a különböző típusú járművekre. Az 5. mellékletben látható térképen ábrázolva, hogy az egyes bevásárlóközpontokat átlagosan napi hány járat keresi fel (a jelölések a 6.5. ábrához hasonlóan alakulnak). Az ábrákon zöld szín jelöli az EMOSS CM 12-vel, sárga a BULLITT-tal és kék a Nissan eNV-200-zal megvalósítandó járatokat.

Beszállítások tehergépkocsival és cargo kerékpárral (B-eset)											
Kiindulási hely	Felkeresett bevásárlóközpontok						Jármű	Beszállítások átlagos száma tehergépkocsival	Beszállítások átlagos száma kerékpárral	Összes szállítási teljesítmény [árutkm]	Napi energia felhasználás [kWh]
Konsz. központ	Allee						EMOSS CM 12	19,9	0,0	1079,3	291,3
Konsz. központ	Corvin						EMOSS CM 12	8,3	0,0	577,4	158,0
Konsz. központ	Aréna						EMOSS CM 12	12,7	0,0	988,2	299,7
Konsz. központ	WestEnd						EMOSS CM 12	18,2	0,0	1523,5	409,1
Konsz. központ	Mammut						EMOSS CM 12	24,6	0,0	1638,7	446,7
Konsz. központ	MOM						EMOSS CM 12	8,8	0,0	523,9	134,5
Konsz. központ	Allee	Corvin	Aréna	WestEnd	Mammut	MOM	EMOSS CM 12	3,5	0,0	208,8	81,9
Allee	Újbuda						BULLITT	0,0	0,0	0,0	0,0
Allee	Savoya						BULLITT	0,0	1,0	0,5	0,1
Allee	Campona						BULLITT	0,0	1,9	1,9	0,2
Allee	Újbuda	Savoya	Campona				BULLITT	0,0	2,1	1,1	0,3
Corvin	Lurdy						BULLITT	0,0	1,0	0,3	0,0
Corvin	Europark						BULLITT	0,0	1,0	0,5	0,1
Corvin	Köki						BULLITT	0,0	2,0	1,3	0,2
Corvin	Lurdy	Europark	Köki				BULLITT	0,0	2,0	0,8	0,2
Aréna	Sugár						BULLITT	0,0	1,0	0,5	0,1
Aréna	Árkád						BULLITT	0,0	4,0	1,4	0,2
Aréna	Sugár	Árkád					BULLITT	0,0	1,0	0,3	0,1
WestEnd	Duna Pláza						BULLITT	0,0	1,0	0,4	0,0
Mammut	Flórián						BULLITT	0,0	0,0	0,0	0,0
Mammut	Eurocenter						BULLITT	0,0	0,0	0,0	0,0
Mammut	Stopshop						BULLITT	0,0	0,0	0,0	0,0
Mammut	Flórián	Eurocenter	Stopshop	Duna Pláza			BULLITT	0,0	3,0	2,0	0,4
							Összesen (EMOSS CM 12)	96,0	0,0	6539,8	1821,3
							Összesen (BULLITT)	0,0	21,0	11,0	1,7
							Összesen	96,0	21,0	6550,8	1823,0

6.9. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása az B-esetben

Beszállítások tehergépkocsival és cargo kerékpárral (C-eset)											
Kiindulási hely	Felkeresett bevásárlóközpontok						Jármű	Beszállítások átlagos száma tehergépkocsival	Beszállítások átlagos száma kerékpárral	Összes szállítási teljesítmény [árutkm]	Napi energia felhasználás [kWh]
Konsz. központ	Allee						EMOSS CM 12	19,9	0,0	1079,3	291,3
Konsz. központ	Corvin						EMOSS CM 12	8,3	0,0	577,4	158,0
Konsz. központ	Aréna						EMOSS CM 12	12,7	0,0	988,2	299,7
Konsz. központ	WestEnd						EMOSS CM 12	18,2	0,0	1523,5	409,1
Konsz. központ	Mammut						EMOSS CM 12	24,6	0,0	1638,7	446,7
Konsz. központ	MOM						EMOSS CM 12	8,8	0,0	523,9	134,5
Konsz. központ	Allee	Corvin	Aréna	WestEnd	Mammut	MOM	EMOSS CM 12	3,5	0,0	208,8	81,9
Allee	Újbuda						BULLITT	0,0	1,0	0,2	0,0
Allee	Savoya						BULLITT	0,0	8,0	4,2	0,5
Allee	Campona						BULLITT	0,0	10,0	10,0	1,2
Allee	Újbuda	Savoya	Campona				BULLITT	0,0	2,1	1,1	0,3
Corvin	Lurdy						BULLITT	0,0	10,5	2,9	0,3
Corvin	Europark						BULLITT	0,0	11,4	5,9	0,7
Corvin	Köki						BULLITT	0,0	19,0	12,2	1,4
Corvin	Lurdy	Europark	Köki				BULLITT	0,0	1,6	0,6	0,2
Aréna	Sugár						BULLITT	0,0	8,9	4,2	0,5
Aréna	Árkád						BULLITT	0,0	23,9	8,2	1,1
Aréna	Sugár	Árkád					BULLITT	0,0	1,5	0,5	0,1
WestEnd	Duna Pláza						BULLITT	0,0	12,8	4,8	0,6
Mammut	Flórián						BULLITT	0,0	0,0	0,0	0,0
Mammut	Eurocenter						BULLITT	0,0	4,0	2,8	0,3
Mammut	Stopshop						BULLITT	0,0	1,1	0,6	0,1
Mammut	Flórián	Eurocenter	Stopshop	Duna Pláza			BULLITT	0,0	3,1	2,1	0,4
							Összesen (EMOSS CM 12)	96,0	0,0	6539,8	1821,3
							Összesen (BULLITT)	0,0	118,9	60,2	7,7
							Összesen	96,0	118,9	6600,0	1829,0

6.10. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása a C-esetben

Beszállítások tehergépkocsival és cargo kerékpárral (D-eset)											
Kiindulási hely	Felkeresett bevásárlóközpontok						Jármű	Beszállítások átlagos száma tehergépkocsival	Beszállítások átlagos száma kerékpárral	Összes szállítási teljesítmény	Napi energia felhasználás
Konsz. központ	Allee						EMOSS CM 12	19,9	0,0	1079,3	291,3
Konsz. központ	Corvin						EMOSS CM 12	8,3	0,0	577,4	158,0
Konsz. központ	Aréna						EMOSS CM 12	12,7	0,0	988,2	299,7
Konsz. központ	WestEnd						EMOSS CM 12	18,2	0,0	1523,5	409,1
Konsz. központ	Mammut						EMOSS CM 12	24,6	0,0	1638,7	446,7
Konsz. központ	MOM						EMOSS CM 12	8,8	0,0	523,9	134,5
Konsz. központ	Allee	Corvin	Aréna	WestEnd	Mammut	MOM	EMOSS CM 12	3,5	0,0	208,8	81,9
Allee	Ujbuda						BULLITT	0,0	3,3	0,7	0,1
Allee	Savoya						BULLITT	0,0	15,2	8,1	0,9
Allee	Campona						BULLITT	0,0	20,6	20,7	2,4
Allee	Ujbuda	Savoya	Campona				BULLITT	0,0	2,2	1,2	0,2
Corvin	Lurdy						BULLITT	0,0	15,4	4,2	0,5
Corvin	Europark						BULLITT	0,0	16,4	8,4	1,0
Corvin	Köki						BULLITT	0,0	25,2	16,2	1,9
Corvin	Lurdy	Europark	Köki				BULLITT	0,0	2,1	0,8	0,1
Aréna	Sugár						BULLITT	0,0	12,6	5,9	0,7
Aréna	Árkád						BULLITT	0,0	35,4	12,1	1,6
Aréna	Sugár	Árkád					BULLITT	0,0	1,5	0,5	0,1
WestEnd	Duna Pláza						BULLITT	0,0	19,9	7,4	0,9
Mammut	Flórián						BULLITT	0,0	1,0	0,6	0,1
Mammut	Eurocenter						BULLITT	0,0	8,3	5,8	0,6
Mammut	Stopshop						BULLITT	0,0	2,0	1,0	0,1
Mammut	Flórián	Eurocenter	Stopshop	Duna Pláza			BULLITT	0,0	2,6	1,8	0,3
							Összesen (EMOSS CM 12)	96,0	0,0	6539,8	1821,3
							Összesen (BULLITT)	0,0	183,7	95,3	11,7
							Összesen	96,0	183,7	6635,0	1833,0

6.11. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása a D-esetben

Beszállítások tehergépkocsival és Nissan eNV-200 kistehergépkocsival (E-eset)											
Kiindulási hely	Felkeresett bevásárlóközpontok						Jármű	Beszállítások átlagos száma tehergépkocsival	Beszállítások átlagos száma Nissan eNV-200-zal	Összes szállítási teljesítmény [árutkm]	Napi energia felhasználás [kWh]
Konsz. központ	Allee						EMOSS CM 12	19,9	0,0	1079,3	291,3
Konsz. központ	Corvin						EMOSS CM 12	8,3	0,0	577,4	158,0
Konsz. központ	Aréna						EMOSS CM 12	12,7	0,0	988,2	299,7
Konsz. központ	WestEnd						EMOSS CM 12	18,2	0,0	1523,5	409,1
Konsz. központ	Mammut						EMOSS CM 12	24,6	0,0	1638,7	446,7
Konsz. központ	MOM						EMOSS CM 12	8,8	0,0	523,9	134,5
Konsz. központ	Allee	Corvin	Aréna	WestEnd	Mammut	MOM	EMOSS CM 12	3,5	0,0	208,8	81,9
Allee	Ujbuda						NISSAN eNV-200	0,0	2,0	2,8	1,2
Allee	Savoya						NISSAN eNV-200	0,0	8,9	33,1	13,5
Allee	Campona						NISSAN eNV-200	0,0	14,7	103,6	44,3
Allee	Ujbuda	Savoya	Campona				NISSAN eNV-200	0,0	2,1	8,0	6,6
Corvin	Lurdy						NISSAN eNV-200	0,0	5,0	9,5	4,2
Corvin	Europark						NISSAN eNV-200	0,0	5,0	18,1	7,7
Corvin	Köki						NISSAN eNV-200	0,0	9,4	42,5	18,0
Corvin	Lurdy	Europark	Köki				NISSAN eNV-200	0,0	2,5	7,1	5,4
Aréna	Sugár						NISSAN eNV-200	0,0	5,2	17,2	7,8
Aréna	Árkád						NISSAN eNV-200	0,0	16,7	40,1	19,8
Aréna	Sugár	Árkád					NISSAN eNV-200	0,0	1,6	3,5	2,6
WestEnd	Duna Pláza						NISSAN eNV-200	0,0	7,9	20,8	9,3
Mammut	Flórián						NISSAN eNV-200	0,0	0,0	0,0	0,0
Mammut	Eurocenter						NISSAN eNV-200	0,0	6,0	29,4	11,1
Mammut	Stopshop						NISSAN eNV-200	0,0	0,2	0,7	0,3
Mammut	Flórián	Eurocenter	Stopshop	Duna Pláza			NISSAN eNV-200	0,0	2,7	12,8	8,5
							Összesen (EMOSS CM 12)	96,0	0,0	6539,8	1821,3
							Összesen (BULLITT)	0,0	89,9	349,2	160,3
							Összesen	96,0	89,9	6889,0	1981,5

6.12. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása az E-esetben

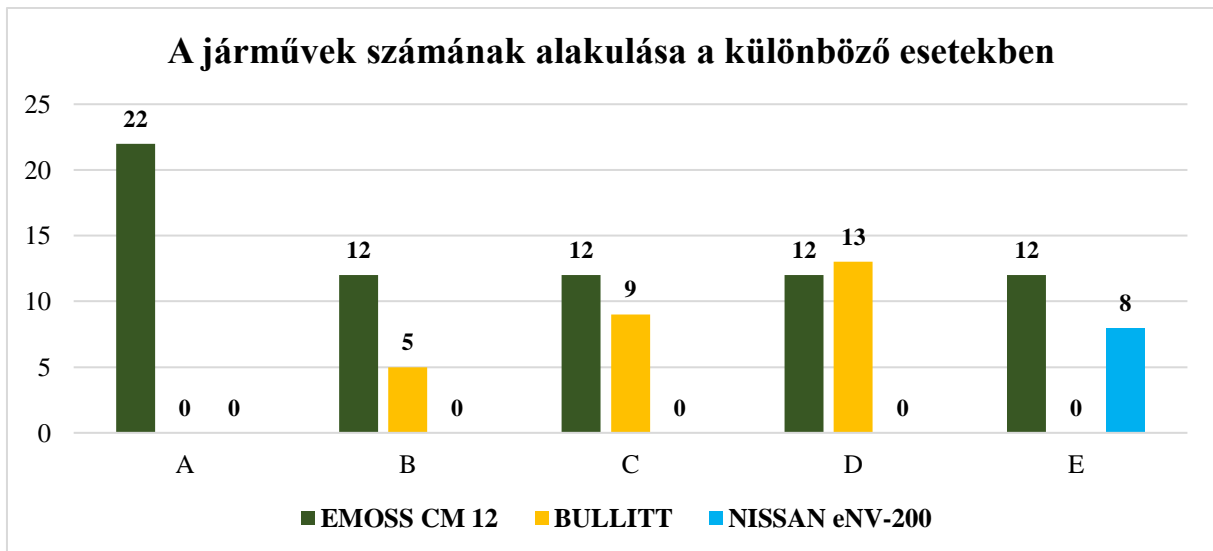
Az így számított eredmények alapján megkaphatjuk a szükséges járműszámot. Ennek meghatározásakor figyelembe kell venni azt is, hogy adott bevásárlóközpont kiszolgálásához egy nap mennyi időre van szükség összesen (figyelembe véve azt az időt is, amíg a rakodás ideje alatt a jármű várakozik), továbbá számoltam az elektromos meghajtás jellemző paramétereivel is. A számításhoz felhasznált adatok (melyek közül a várakozási idő és az átlagos haladási sebesség becslött értékek) a 6.13. táblázatban láthatók.

	Várakozási idő rakodáskor [min]	Átlagos haladási sebesség [km/h]	Akkumulátor [kWh]	Egy töltéssel megtehető átlagos távolság [km]	Feltöltési idő [h]
BULLITT	10	15	0,5	90	2
Nissan eNV-200	20	25	24	170	4
EMOSS CM 12	45	25	120	150	2,8

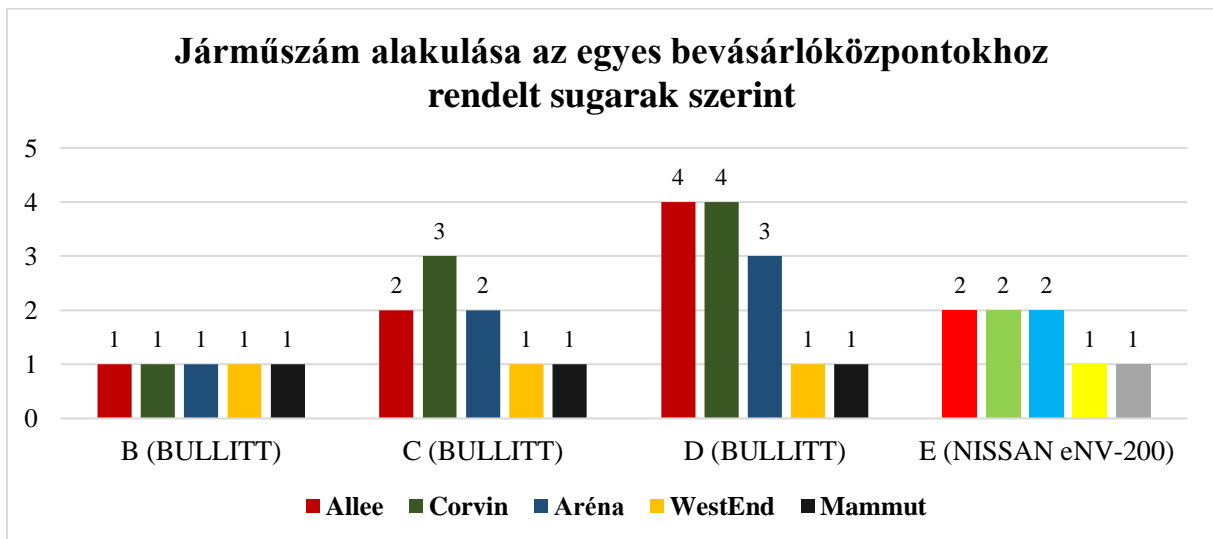
6.13. táblázat: A járműszám meghatározásához felhasznált paraméterek [47] [45] [46]

Ezek alapján meg tudtam határozni a szükséges becsült járműszámokat. A különböző esetekben szükséges minimális becsült járműszám várható értéke (nem számolva a minden esetben szükséges tartalékjárművekkel) a 6. mellékletben található táblázatban látható. A cargo kerékpár és a Nissan eNV-200 kistehergépkocsi esetében külön meghatároztam a járműszámot arra az esetre is, ha egy jármű az egész rendszerben dolgozik, ekkor két feladat között az egyik sugárról átmehet a másikra, illetve arra az esetre is, hogyha az egyes járművek a sugarakhoz fixen hozzá vannak rendelve, telephelyük pedig a belső gyűrűn található bevásárlóközpont áruforgalmi csilipe. A szórás minden esetben 0,5 vagy annál kisebb érték, az esetek többségében 0,1 alatti, mivel a szállítandó volumen szórása is kicsi. A járműszámokat minden esetben éjszakai szállítást is feltételezve (0-24 órás időablakkal) határoztam meg. Ez azt jelenti, hogy egy ilyen új rendszer a szállítások jelentős részét áthelyezhetné az éjszakai órákra, melyekben jelenleg az általunk megvizsgált bevásárlóközpontokban nem is lehet szállítani. Fontos kiemelni azt is, hogy a jelenlegi vizsgálatban a B-E esetekben nem minden szállítást integráltunk, azok megvalósításával a későbbiekben fogunk foglalkozni, a dolgozat terjedelme nem engedi, hogy azoknak a szállítási feladatoknak a lebonyolítására is kitérjünk.

Látható, hogy az A esetben 22, a B-E esetekben pedig 12-12 darab nagytehergépkocsira van szükség a rendszerben. Utóbbi az indokolja, hogy minden esetben ugyanannyi árut szállítunk a belső gyűrűn található bevásárlóközpontokba, és ezzel együtt szállítjuk a sugarakra szállítandó kisebb mennyiségeket, ezek azonban nem igénylik további nagytehergépkocsik forgalomba állítását, mivel kisebb volumenekről van szó. Így a különböző esetek annyiban jobbák a korábbiaknál, hogy ugyanannyi nagytehergépkocsi felhasználásával több üzletet is ki lehet környezetbarát módon szolgálni, azonban nem hanyagolhatjuk el azt, hogy a kisebb környezetbarát járműveknek is jelentős lehet a beszerzési költsége. A járművek számának alakulása a 6.7. ábrán látható. A cargo kerékpárok, illetve kistehergépkocsik számának alakulása az egyes bevásárlóközpontokhoz rendelt sugarak szerint a 6.8. ábrán látható.



6.7. ábra: A járművek számának alakulása a különböző esetekben



6.8. ábra: A járműszám alakulása az egyes bevásárlóközpontokhoz rendelt sugarak szerint

Látható, hogy ekkor a legtöbb jármű az Allee-hoz, a Corvin Plaza-hoz, illetve az Arénához tartozó sugaraknál szükséges, mivel azok esetében látjuk el a legtöbb bevásárlóközpontot, melyek ezen felül még nagyobb távolságra is találhatóak a belső gyűrtől (pl. Savoya Park vagy Árkád). A szimulációs vizsgálatok alapján így tehát megkaptuk, hogy az egyes rendszerkonceptiók esetén hány járműre lenne szükségünk ahhoz, hogy a becsült árumennyiség elszállítható legyen a rendszerben. Látható, hogy ez a járműszám nem nagy, relatíve kevés járművel megvalósítható lenne a vizsgált 18 bevásárlóközpont több, mint 1900 üzletének kiszolgálása. Ez azt mutatja, hogy lehet létjogosultsága egy ilyen rendszernek, mert bár a beruházási költség jelentős lenne, azonban nem túl nagy számú, környezetbarát jármű használatával kiszolgálhatók lennének ezek az üzletek.

7. További feladatok

Ebben a dolgozatban bemutattam néhány olyan koncepciót, melyben a bevásárlóközpontok áruellátási rendszerében környezetbarát közúti járműveket alkalmazhatunk, azonban vannak további feladataink is ezen a területen, további vizsgálatokat is végeznünk kell. A korábbi vizsgálatok során elsődleges feladat lesz a cargo kerékpárral (vagy kistehergépkocsival) nem szállítható áruk kezelése a sugármenti bevásárlóközpontok esetében, úgy kell bővíteni a rendszerkonceptiót, hogy azok integrálhatók legyenek.

Jelenleg csak a beszállításokat vizsgáltam a rendszerben, azonban nem szabad elhanyagolni az inverz logisztikát sem. Kezeleni kell az üzletek közötti szállításokat, házhozszállításokat, göngyöleg- és hulladékkezelést, illetve az egyéb szállításokat (hibás, szervízbe küldött áruk kezelése stb.). Ezekkel a jövőben bővíteni kell a jelenlegi rendszerre és az új rendszeralternatívákra vonatkozó szimulációs modellt is. Utóbbi esetében azonban szükséges a koncepciók bővítése, illetve átalakítása úgy, hogy azokba bevonjuk az inverz logisztikai feladatokat is.

Természetesen nem csak cargo kerékpárokkal és elektromos meghajtású tehergépkocsikkal dolgozhatunk egy új rendszerben. Budapest esetében jók az adottságok áruszállító villamos létesítésére (ezzel már a korábbi, makroszkópikus szintű vizsgálat során már foglalkoztunk [5]), továbbá akár cargo hajók alkalmazására is. Ennek érdekében bővíthetjük, illetve átalakíthatjuk a kidolgozott koncepciókat úgy, hogy azokban több különböző fajtájú járművet használjunk. Érdemes lenne például megvizsgálni azt, hogy a belső gyűrű üzleteit csak villamossal szolgáljuk ki, mivel ezt a budapesti villamoshálózat kialakítása lehetővé tenné. Ezen felül végrehajthatjuk a szimulációs vizsgálatot más típusú cargo kerékpárok, illetve tehergépkocsik alkalmazásával is, mivel a kapacitások változása miatt a járműszámok is máshogy alakulnának. Változtathatnánk továbbá a konszolidációs központ helyén is (vagy akár több konszolidációs központtal is számolhatnánk), így több különböző megoldás is összehasonlítható lenne, és a lehetséges opciók közül meghatározhatnák a konszolidációs központ optimális helyét a különböző scenáriókhoz.

A legfontosabb feladat a költségek vizsgálata lenne az új koncepciókban. A mezoszkópikus szintű modellhez már elkészült a költségstruktúra matematikai modellje, ezt kéne a későbbiekben átalakítani a makroszkópikus szintű modellhez, ezzel pedig lehetővé válna a rendszer és a különböző koncepciók vizsgálata a költségek szintjén is, ami nélkülözhetetlen ahhoz, hogy egy ilyen rendszer eljusson a megvalósítás fázisába.

8. Összefoglalás

Dolgozatom célja az volt, hogy kidolgozzak és megvizsgáljak néhány olyan rendszerkonceptiót, amelyben környezetbarát közúti járműveket alkalmazva kiszolgálhatjuk a budapesti bevásárlóközpontokat úgy, hogy a városi utak a lehető legkisebb terhelést kapják és az elektromos meghajtású járművek részaránya ebben a lehet legnagyobb legyen. Ennek érdekében először megvizsgáltam a cargo kerékpárok és mozgó raktárak használati lehetőségeit és jelenlegi felhasználásukat, megalkottam a budapesti bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének geometriai modelljét, vizsgáltam a jelenlegi rendszert, kidolgoztam néhány koncepciót, majd a jelenlegi és a lehetséges jövőbeni rendszereket szimulációs úton vizsgáltam az általam kidolgozott makroszkópikus szintű modellel. A modellezés és a szimulációs vizsgálat elengedhetetlen lépés volt a koncepció kidolgozása során, mivel azok nélkül nem lehetséges megállapításokat tenni a koncepciókkal kapcsolatban.

A jelenlegi rendszerben a beszállítások nincsenek összehangolva, ez pedig jelentős veszteségeket okoz, jelentős futásteljesítményt generálnak a beszállításokat végző különböző közúti járművek feleslegesen, pazarolva az üzemanyagot, rongálva a városi utakat és szennyezve a környezetet. Lehetséges lenne egy olyan rendszer kialakítása is, ahol az összes áru egy Budapest határán lévő konszolidációs központba érkezik (ez vizsgálatunk során a Kamaraerdőben található), onnan pedig környezetbarát (esetünkben elektromos meghajtású tehergépkocsikkal és cargo kerékpárokkal) járművekkel szolgáljuk ki az egyes plázákat. Ez különböző módokon történhet, azonban minden esetben a legnagyobb volument a mozgó raktárként is funkcionáló elektromos nagytehergépkocsik szállítják be a budapesti belső gyűrűre (illetve célfuvaros esetben célzottan az egyes bevásárlóközpontokba), ahol hat pláza található a tizenhétből, köztük a legnagyobbak is. Ezeknek a plázáknak a logisztikai területét áruforgalmi csomópontként használva kiszolgálhatók az onnan sugarakként induló utak mentén található további plázák üzletei.

A szimulációs vizsgálat eredményei azt mutatják, hogy minden esetben komoly megtakarítást érhetünk el, azonban egy ilyen rendszer kialakítása mindenképpen beruházás igényes. Jelenleg azt sikerült meghatároznunk, hogy az egyes esetekben (a különböző, általam kidolgozott rendszerkonceptiók esetén, az új rendszerekbe nem minden szállítást integrálva, csak a bizonyos feltételeknek megfelelő szállítási feladatokat) hány különböző járműre (kis- és nagytehergépkocsira, illetve cargo kerékpárra) van szükség a feladatok ellátásához. 12-22 db nagytehergépkocsira, 5-13 db cargo kerékpárra, illetve 8 Nissan eNV-200 típusú kistehergépkocsira van minimálisan szükség a vizsgált esetekben, ez nem túl nagy számú jármű

18 bevásárlóközpont több, mint 1900 üzletének kiszolgálása esetén, azonban ez így is komoly beruházást jelentene. Az eredményeink alapján arra következtethetünk, hogy egy ilyen jellegű, jól kidolgozott rendszer a későbbiekben komoly hasznot hozhatna, mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból. Ezen felül valószínűleg még a rendszerben maradnának is szabad kapacitások, amelyekkel a házhozszállításokat és akár az üzletek közötti szállításokat is lehetne kezelni, ezzel a későbbi vizsgálatok során szintén foglalkozni szeretnék.

A dolgozatom eredményei tehát az alábbiak:

1. A budapesti bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének geometriai modellje.
2. Egy konszolidáción alapuló city logisztikai rendszerkonceptió (és annak makroszkópikus szintű szimulációs modellje), melyet a jelenlegi rendszerrel összehasonlítva azt kaptuk, hogy 80% feletti megtakarítások érhetők el.
3. Konszolidáción alapuló, cargo kerékpárokat és mozgó raktárként funkcionáló tehergépkocsikat alkalmazó rendszerkonceptiók (és azok makroszkópikus szintű szimulációs modellje), az új rendszerekhez tartozó szállítási teljesítmény, menetteljesítmény, fogyasztási paraméterek, valamint járműszámok.

A szimulációs vizsgálat eredményei alapján mindenképpen kijelenthetjük, hogy egy konszolidációs központot, mozgó raktárakat és elektromos meghajtású járműveket használó city logisztikai rendszernek van létjogosultsága a bevásárlóközpontok áruellátásában Budapesten, komoly megtakarításokat érhetünk el az alkalmazásával, így a jövőben is érdemes lesz ezen a területen kutatni és koncepciókat kidolgozni annak érdekében, hogy a városi utak terhelését és a környezet szennyezését csökkenthessük.

Köszönetnyilvánítás



„AZ EMBERI ERŐFORRÁSOK MINISZTERIUMA ÚNKP-17-2 KÓDSZÁMÚ ÚJ NEMZETI KIVÁLÓSÁG
PROGRAMJÁNAK TÁMOGATÁSÁVAL KÉSZÜLT”

Ábrajegyzék

2.1. ábra: A Hajtás Pajtás Kerékpáros Futárszolgálat BULLITT típusú cargo kerékpárja	6
2.2. ábra: Az alkalmazott járművek és a napi kézbesítések számának alakulása a Hajtás Pajtás Kerékpáros Futárszolgálatnál	7
2.3. ábra: A European Cycle Logistics Feredation tagjai térképen	8
2.4. ábra: A DHL négykerekű cargo kerékpárjának megrakása kistehergépkocsiból	9
2.5. ábra: A DHL szállítási folyamata Amszterdamban tehergépkocsi és cargo kerékpár alkalmazásával	9
2.6. ábra: Különböző szállítási egységek előfordulása a vizsgált üzletekben	10
2.7. ábra: Hol találhatóak a vizsgált üzlet tulajdonosának további üzletei?	11
2.8. ábra: Cargo kerékpár alkalmassága a vizsgált üzletek szállításaira	12
3.1. ábra: A budapesti átmenő teherforgalom befolyásolása az M0-s körgyűrűvel	15
3.2. ábra: Gateway koncepció kétlépcsős megoldása	16
3.3. ábra: Gateway koncepció háromlépcsős megoldása	17
3.4. ábra: Beszállítások megoszlása időszavok szerint	22
3.5. ábra: Mozgó raktárat alkalmazó áruszállítási rendszer vázlata	24
4.1. ábra: A budapesti bevásárlóközpontok és az azokat összekötő útvonalak a Kamaraerdőben elhelyezett konszolidációs központtal Google Maps-on	27
4.2. ábra: A budapesti bevásárlóközpontok és azokat összekötő útvonalak geometriai modellje	28
4.3. ábra: A budapesti bevásárlóközpontok és azokat összekötő útvonalak geometriai modellje a vasúti és folyami kapcsolatokkal	29
4.4. ábra: A budapesti bevásárlóközpontokat kiszolgáló rendszer egyszerűsített ábrája	30
4.5. ábra: A Váci utca bevásárlóövezet által lefedett terület térképe a hozzá tartozó üzletszámokkal	31
4.6. ábra: A budapesti bevásárlóközpontok üzletszámait térképen ábrázolva	32
4.7. ábra: Nissan eNV-200 típusú kistehergépkocsi	36
4.8. ábra: Cargo kerékpáros beszállítások maximális napi száma a budapesti bevásárlóközpontokba a három vizsgált esetben	37
4.9. ábra: A cargo kerékpárt, illetve Nissan eNV-200 kistehergépkocsit alkalmazó megoldások értelmezése	39
5.1. ábra: A bevásárlóközpontok kiszolgálásának jelenlegi megvalósításai	40
5.2. ábra: A jelenlegi rendszert vizsgáló szimulációs modell beszállítások napi számát generáló komponense	42

5.3. ábra: A beszállítási tranzakciók havi számának alakulása az elvégzett szimulációs kísérletek alapján.....	43
5.4. ábra: A budapesti bevásárlóközpontokba beszállított havi összes árutömeg az elvégzett szimulációs kísérletek alapján.....	44
6.1. ábra: Az új rendszert vizsgáló szimulációs modell második részének szállításokat bevásárlóközpontokhoz rendelő komponense.....	48
6.2. ábra: Az új rendszert vizsgáló szimulációs modell második részének járműszámokat meghatározó komponense.....	49
6.3. ábra: A konszolidációs központba beszállított árutömeg bevásárlóközpontok szerint.....	50
6.4. ábra: A konszolidációs központból kiszállított árumennyiség bevásárlóközpontként.....	51
6.5. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokat érintő járatok számának alakulása az A-esetben.....	54
6.6. ábra: A jelenlegi rendszer és az A-eset összehasonlítása.....	55
6.11. ábra: A járművek számának alakulása a különböző esetekben.....	59
6.12. ábra: A járműszám alakulása az egyes bevásárlóközpontokhoz rendelt sugarak szerint.....	59

Táblázatjegyzék

3.1. táblázat: Az üzletek klaszterekbe sorolása különböző feltételek megvalósulása esetén mutatott részvételi hajlandóságuk alapján.....	20
4.1. táblázat: A különböző profilú, jelenleg vizsgált üzletek előfordulása a vizsgált bevásárlóközpontokban.....	32
4.2. táblázat: A bevásárlóközpontokra vonatkozó napi szállítások adatai.....	34
4.3. táblázat: A bevásárlóközpontokra vonatkozó havi szállítások adatai.....	34
4.4. táblázat: BULLITT cargobike és Nissan eNV-200 felhasználhatósága a bevásárlóközpontok ellátására.....	36
5.1. táblázat: A budapesti bevásárlóközpontokba történő beszállítási tranzakciók száma és a beszállított árumennyiségre vonatkozó paraméterek.....	43
5.2. táblázat: A városon belül megtett útra és az áruszállítási teljesítményre vonatkozó paraméterek.....	44
5.3. táblázat: A havi összes üzemanyagfogyasztásra vonatkozó paraméterek.....	45
5.4. táblázat: A budapesti bevásárlóközpontok beszállításai által okozott káros anyag kibocsátás.....	45
6.1. táblázat: A konszolidációs központ beszállításainak jellemző paraméterei.....	49
6.2. táblázat: A konszolidációs központ készletére és az onnan történő kiszállításokra vonatkozó paraméterek.....	50
6.3. táblázat: A szimulációs vizsgálat során az A- és B-esetre kapott paraméterek.....	51
6.4. táblázat: A szimulációs vizsgálat során a C- és D-esetre kapott paraméterek.....	52
6.5. táblázat: A szimulációs vizsgálat során az E-esetre kapott paraméterek.....	52
6.6. táblázat: Környezetbarát tehergépkocsik paraméterei.....	52
6.7. táblázat: Az előforduló járművek paramétereinek összefoglalása.....	53
6.8. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása az A-esetben.....	54
6.9. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása az B-esetben.....	56
6.10. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása a C-esetben.....	56
6.11. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása a D-esetben.....	57
6.12. táblázat: A beszállítások jellemzőinek alakulása az E-esetben.....	57
6.13. táblázat: A járműszám meghatározásához felhasznált paraméterek.....	58

Irodalomjegyzék

- [1] *Mészáros Bálint, Sárdi Dávid Lajos: Módszertan kidolgozása bevásárlóközpontok logisztikai szempontú átvilágítására (2015). BME KJK TDK, 2015. URL: <https://tdk.bme.hu/KSK/DownloadPaper/Modszertan-kidolgozasa-bevasarlokozpontok>*
- [2] *Bálint Mészáros, Dávid Lajos Sárdi, Krisztián Bóna, PhD. Developing and testing a methodology for acquiring the logistical characteristics of shopping malls in Budapest, for city logistical solutions, 5th IEEE International Conference on Advanced Logistics and Transport, Krakow, Poland (2016). pp 154-159. ISBN: 978-1-5090-2342-4*
- [3] *Bálint Mészáros, Dávid Lajos Sárdi, Krisztián Bóna, PhD. Monitoring, measurement and statistical analysis (MMSA) based methodology for improvement city logistics of shopping malls in Budapest. World Review of Intermodal Transportation Research, Special Issue on: “Advances in Transportation and Logistics” (2017) URL: <http://www.inderscience.com/info/ingeneral/forthcoming.php?jcode=write> ISSN: 1749-4737*
- [4] *Sárdi Dávid Lajos. Mezoszkópikus modell felépítése a bevásárlóközpontok áruellátásnak vizsgálatára. BME KJK TDK (2016). URL: <https://tdk.bme.hu/KSK/DownloadPaper/Mezoszkopikus-modell-felepitese-a-budapesti>*
- [5] *Sárdi Dávid Lajos. Mezoszkópikus modell felépítése a bevásárlóközpontok áruellátásnak vizsgálatára. (2017) URL: <http://dportal.kozlek.bme.hu/docs/befejezett/dolgozat/ALRT-A-FOLY-2016-11.pdf>*
- [6] *Dávid Lajos Sárdi, Krisztián Bóna, PhD. Developing a mesoscopic simulation model for the examination of shopping mall freight traffic in Budapest. Smart Cities Symposium 2017, Prague. URL: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7973835/> ISBN: 978-1-5386-3825-5*
- [7] *Kilián Zsolt. Attraktív városi kerékpáros infrastruktúra széles tömegek számára. (2014) URL: http://bringaznielmeny.hu/wp-content/uploads/2014/12/4_Infra_Cargo-Bikesmall.pdf (Letöltve: 2016. 10. 06.)*
- [8] *Kilián Zsolt. Környezetbarát trendek a city logisztikában. Nagyvállalatok Logisztikai Vezetőinek 9. Országos és 4. Nemzetközi Konferenciája, 2015. május 14., URL: <http://ghibli.hu/dinamic/file/Egy%20kamionnal%20kevesebb.pdf> (Letöltve: 2016. 10. 06.)*

- [9] *Balázs Péter. Budapest területének fejlődése 1945-től napjainkig.* (2011) URL: http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolgozat/2012-bsc/balazs_peter.pdf (Letöltve: 2017. 09. 22.)
- [10] *KSH. A kiskereskedelmi üzletek számának alakulása.* URL: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_okk012.html (Letöltve: 2016. 10. 06.)
- [11] *Iszkiri Futárszolgálat.* URL: http://www.iszkiri.hu/iszkiri_futarszolgalat.html (Letöltve: 2017. 09. 10.)
- [12] *Pikk-Pakk. Rólunk.* URL: <http://pikk-pakk.hu/a-futarszolgalatunkrol/rolunk/> (Letöltve: 2016. 10. 06.)
- [13] *Hajtás-Pajtás. Budapesti díjszabás.* URL: <http://hajtaspajtas.hu/dijszabas/budapest> (Letöltve: 2017. 09. 22.)
- [14] *Cargonomia. Köz-teherbicikli hálózat.* URL: <http://cargonomia.hu/koz-teherbicikli-halozat/> (Letöltve: 2016. 10. 06.)
- [15] *Smart City Budapest. Interview with Bálint Mező - ÖkoCIKLI.* URL: <http://smartcitybudapest.eu/hu/content/interview-b%C3%A1lint-mez%C5%91-%C3%B6kocikli> (Letöltve: 2017. 10. 10.)
- [16] *Energiaoldal.hu. Elektromos teherbringát tesztel a Hajtás Pajtás* (2014. 08. 01.) <http://energiaoldal.hu/teherbringat-tesztel-a-hajtas-pajtas/> (Letöltve: 2016. 10. 06.)
- [17] *Hajtás-Pajtás. GLS - Hajtás Pajtás összefogás a kipufogógázmentes csomagszállításért* (2015. 07. 02.). URL: <http://hajtaspajtas.hu/blog/gls-hajtas-pajtas-oesszefogas-a-kipufogogazmentes-csomagszallitasert> (Letöltve: 2016. 10. 06.)
- [18] *Logisztika.com. A GLS a Belvárosban teherbiciklire, elektromos rásegítésű triciklire és elektromos autóra cserélte teherautóit* (2015. 07. 10.). URL: <http://logisztika.com/a-gls-a-belvarosban-teherbiciklire-elektromos-rasegitesu-triciklire-es-elektromos-autora-cserelte-teherautoit/> (Letöltve: 2016. 10. 06.)
- [19] *VanApedal. Serveis.* URL: <http://www.vanapedal.eu/ca/serveis/> (Letöltve: 2017. 09. 28.)
- [20] *Eadossopedala. Sito in aggiornamento.* URL: <http://eadossopedala.it/> (Letöltve: 2017. 09. 22.)
- [21] *bikecitizens.net. Vienna to subsidise cargo bikes for private individuals from March 2017* (2017. 02. 09.) URL: <https://www.bikecitizens.net/cargo-bike-subsidisation/> (Letöltve: 2017. 10. 10.)

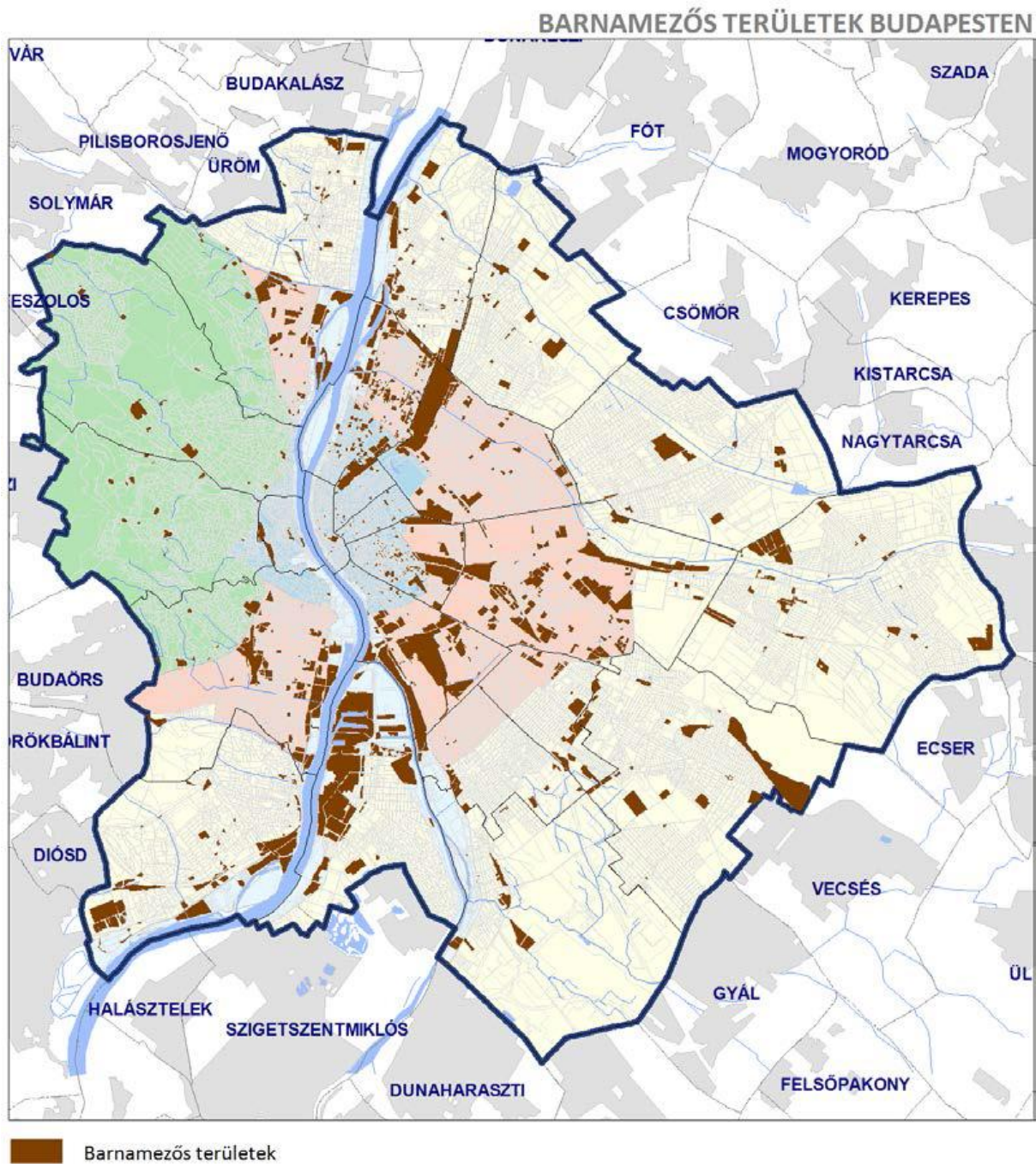
- [22] *European Cycle Logistics Federation. About the Federation.* URL: <http://federation.cyclelogistics.eu/content/about-federation> (Letöltve: 2017. 10. 10.)
- [23] *European Cycle Logistics Federation. Members.* URL: <http://federation.cyclelogistics.eu/members> (Letöltve: 2017. 10. 10.)
- [24] *Logistics Real Estate. Last mile logistics – the future?* (2015. 04. 29.) URL: <http://www.logistics-re.eu/first/last-mile-delivery-the-future/> (Letöltve: 2017. 09. 22.)
- [25] *VisionZero Canada Twitter.* URL: <https://pbs.twimg.com/media/CjTSSUmUYAA9hub.png> (Letöltve: 2017. 09. 22.)
- [26] *Arne Melse. Towards Standards in City Logistics in City Logistics – DHL* (2015). Conference ECLF - Donostia - San Sebastian 2015. URL: <https://www.slideshare.net/MarceloFelipozzi/towards-standards-in-city-logistics-in-city-logistics-dhl> (Letöltve: 2017. 09. 22.)
- [27] *Levegő Munkacsoport. Teherszállítás.* URL: <https://www.levego.hu/tevekenysegeink/kozlekedes/teherszallitas> (Letöltve: 2017. 10. 20.)
- [28] *BKK. Balázs Mór Terv.* (2014) URL: <https://www.bkk.hu/wp-content/uploads/2014/06/BMT.pdf> (Letöltve: 2017. 10. 20.)
- [29] *Budapest Főváros Önkormányzat. Budapest városfejlesztési koncepciója – Helyzetelemzés* (2011). URL: http://budapest.hu/Documents/varosfejlesztési_koncepcio_2011dec/10_Kozlekedesi_infrastruktura.pdf (Letöltve: 2017. 10. 20.)
- [30] *BESTUFS. Best Urban Freight Solutions II.* URL: http://www.bestufs.net/download/BESTUFS_II/key_issuesII/BESTUFS_Recommendations.pdf (Letöltve: 2016. 09. 10.)
- [31] *Strang Tamás. Budapest City Logisztikai Koncepciója* (2016). *Közgazdász Vándorgyűlés Logisztikai Szekció, Kecskemét*, 2016. 09. 16. URL: http://www.mkt.hu/wp-content/uploads/2016/09/Strang_Tamas.pdf (Letöltve: 2017. 10. 20.)
- [32] *Dr. Bóna Krisztián. Szállítási logisztika - Gateway koncepció, városellátás.* URL: <https://www.logisztika.bme.hu/hu/hallgatoknak/tananyagok.html> (Letöltve: 2015. 09. 30.)
- [33] *Országos Területfejlesztési és Területrendezési Információs Rendszer. Barnamezős terület.* URL: <http://www.terport.hu/fogalomtar/barnamezos-terulet> (Letöltve: 2017. 10. 20.)

- [34] *Budapest Főváros Önkormányzat.* **Barnamezős Területek Fejlesztése Tematikus Fejlesztési Program** (2014) URL: <http://budapest.hu/Documents/TFP/Barnamez%C5%91s%20ter%C3%BCletek%20fejleszt%C3%A9se%20Tematikus%20Fejleszt%C3%A9si%20Program.pdf> (Letöltve: 2017. 10. 20.)
- [35] *Eberly College of Science, Department of Statistics.* **Cluster Analysis.** URL: http://sites.stat.psu.edu/~ajw13/stat505/fa06/19_cluster/09_cluster_wards.html (Letöltve: 2017. 09. 21.)
- [36] *KSH.* **A kiskereskedelmi üzletek alapterülete** (2015. 12. 31.) URL: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_eves/i_okk012.html (Letöltve: 2016. 10. 06.)
- [37] *Eltis.* **Bike messenger services on the rise in Italian cities (Italy)** (2014). URL: <http://www.eltis.org/discover/news/bike-messenger-services-rise-italian-cities-italy-0> (Letöltve: 2017. 10. 20.)
- [38] *C3.* **Budapesti Foghíjtelkek.** URL: http://www.c3.hu/~sophie/full_map.htm (Letöltve: 2017. 10. 20.)
- [39] *Váci utca Bevásárlónegyed.* **Térkép.** URL: <http://www.vaciutcanegyed.hu/terkep> (Letöltve: 2017. 02. 26.)
- [40] *Nissan.* **E-NV200.** URL: <https://www.nissan.hu/jarmuvek/uj/e-nv200.html> (Letöltve: 2017. 09. 22.)
- [41] *KSH.* **Közlekedési infrastruktúra, járműállomány, üzemanyagárak, 3.4.: Gépjárműállomány Magyarországon üzemanyag típus szerint az adott év december 31-én** (2014). URL: www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/jelszall/jelszall14.xls (Letöltve: 2016. 10. 10.)
- [42] *Nemzeti Adó- és Vámhivatal.* **Tájékoztató a tevékenységhez használt gépjárművek fogyasztási normáiról** (2016. 02. 03.). URL: https://www.nav.gov.hu/nav/szolgaltatasok/uzemanyag/fogyaszt_normak/gjnorma.html. (Letöltve: 2016. 10. 10.)
- [43] *Automobile Association Developments Limited.* **Euro emissions standards - Limits to improve air quality and health** (2015. 10. 01.) URL: <https://www.theaa.com/driving-advice/fuels-environment/euro-emissions-standards> (Letöltve: 2017. 02. 05.)
- [44] *International Council on Clean Transportation.* **EU CO₂ emission standards for passenger cars and light-commercial vehicles** (2014). URL: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_EU-95gram_jan2014.pdf (Letöltve: 2017. 02. 05.)

- [45] *Nissan*. **Nissan eNV-200 brochure**. URL: https://www.nissan-cdn.net/content/dam/Nissan/hu/brochures/Car-brochures/ebrochure_E-NV200.pdf
(Letöltve: 2017. 01. 20.)
- [46] *Emoss*. **CM 12 Series**. URL: <http://www.emoss.biz/electric-truck/12-tonne-electric-truck/> (letöltve: 2017. 02. 10.)
- [47] *Rácz Tamás*. **Jönnek a teherbiciklik Budapestre** (2014. 08. 02.). URL: <http://www.vezess.hu/kerekpar/2014/08/02/jonnek-a-teherbiciklik-budapestre/>
(Letöltve: 2017. 09. 22.)

Mellékletek

1. Budapest barnamezős területei



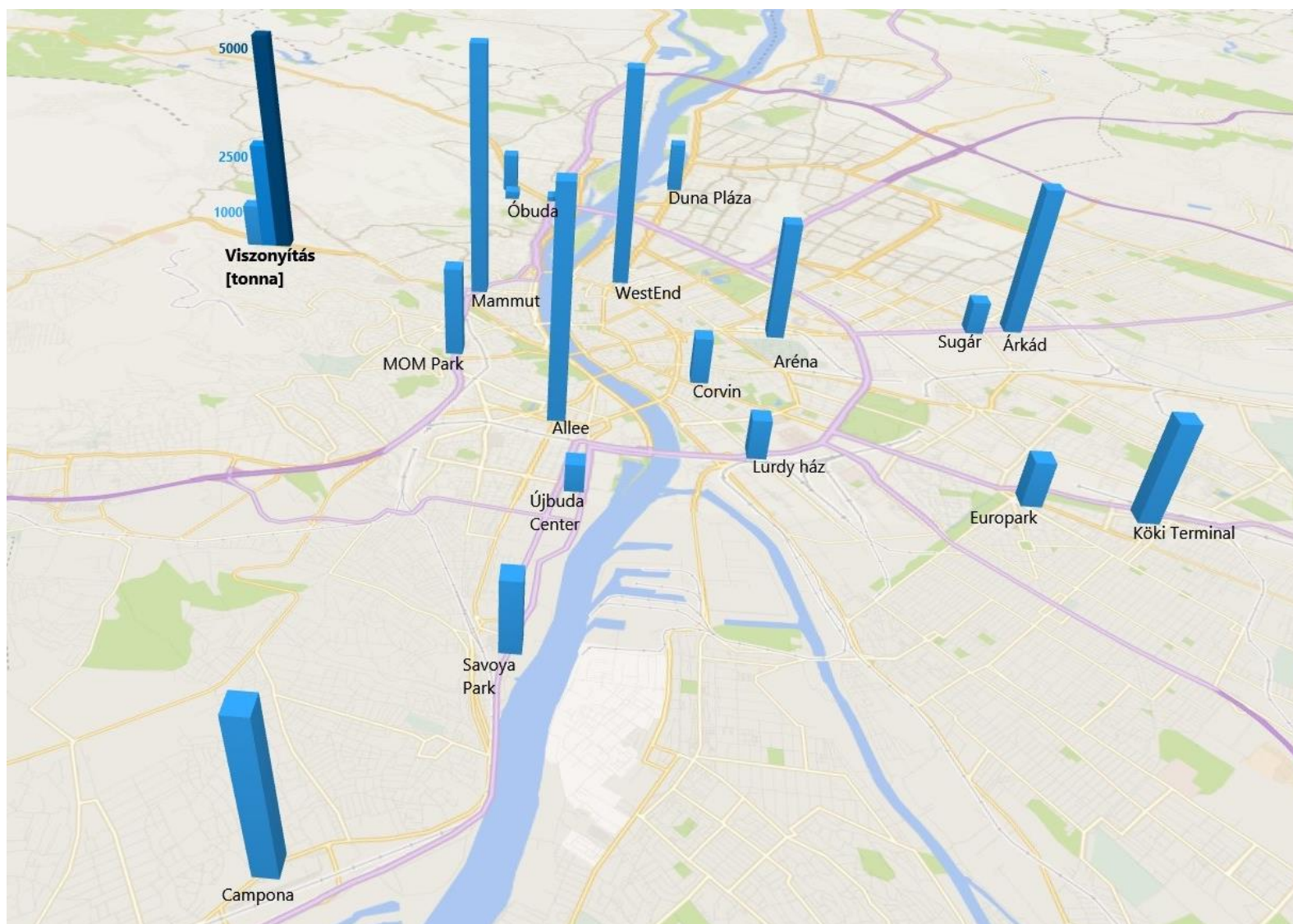
2. A különböző profilú üzletek előfordulása a vizsgált bevásárlóközpontokban

	Üzletszám	Ajándék/ modell/ hobby	Cipő	Egészség	Élelmiszer	Étterem/ kávézó	Hírlap	Illatszer/ szépség	Írószer	Játék/ gyermek	Kisállat	Könyv	Lakás	Műszaki	Óra/ ékszer	Ruha/ táská	Sportszer	Szabadidő	Szolgáltatás	Virág	Egyéb
Eurocenter	56	1	1	1	1	9	0	3	0	1	1	1	0	5	3	6	1	4	17	1	0
Stopshop Óbuda	13	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4	0	0	2	0	0
Flórián Center	12	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	2	1	1	1	0	1	3	0	0
Mammut	314	3	28	12	15	29	2	19	6	12	1	3	10	21	25	64	3	7	52	2	0
MOM Park	98	0	4	5	5	14	1	6	1	3	0	2	1	7	5	26	1	2	14	1	0
Allee	169	3	16	5	8	20	1	12	1	5	0	2	5	13	11	34	4	2	27	0	0
Savoya Park	81	1	3	4	4	7	1	2	1	2	1	1	4	9	4	16	3	3	14	1	0
Campona	150	6	12	4	9	17	1	10	1	2	1	1	6	11	5	35	3	6	19	1	0
Újbuda	37	1	0	2	1	4	1	1	1	1	1	0	7	1	0	5	1	4	5	1	0
WestEnd	351	14	12	9	10	47	2	19	2	1	1	3	2	28	28	139	5	1	27	1	0
Duna Pláza	101	5	5	5	3	2	1	8	1	1	1	2	3	6	4	31	4	1	16	1	1
Corvin	77	3	5	3	4	11	0	5	1	0	0	1	1	4	1	26	2	0	10	0	0
Aréna	151	1	11	6	6	19	1	9	0	1	0	1	0	5	11	67	1	1	11	0	0
Sugár	50	5	2	4	1	7	0	1	1	0	2	1	1	3	2	9	0	1	10	0	0
Árkád	201	4	9	9	8	23	1	9	0	0	1	0	2	9	13	86	3	0	24	0	0
Köki	116	3	3	6	5	15	0	6	2	2	1	1	5	3	7	33	2	2	19	1	0
Europark	66	1	2	3	3	5	1	3	1	1	0	2	0	5	2	16	1	0	19	1	0
Lurdy Ház	66	3	1	7	5	1	0	2	1	1	1	2	5	3	4	17	1	1	10	1	0

3. A szállítási tranzakciók maximális havi száma térképen ábrázolva

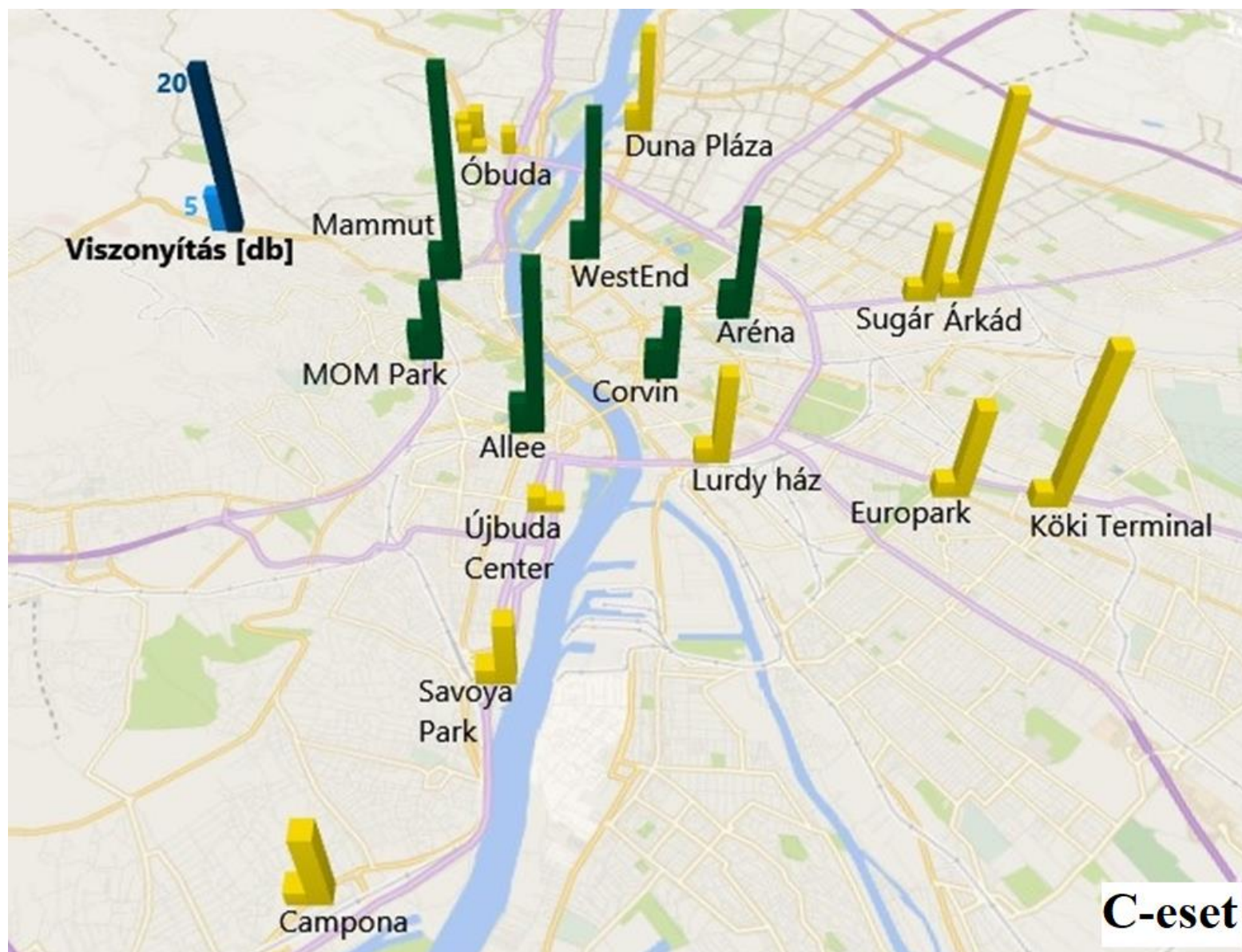


4. Az egy hónapban beszállított összes árutömeg térképen ábrázolva [t]

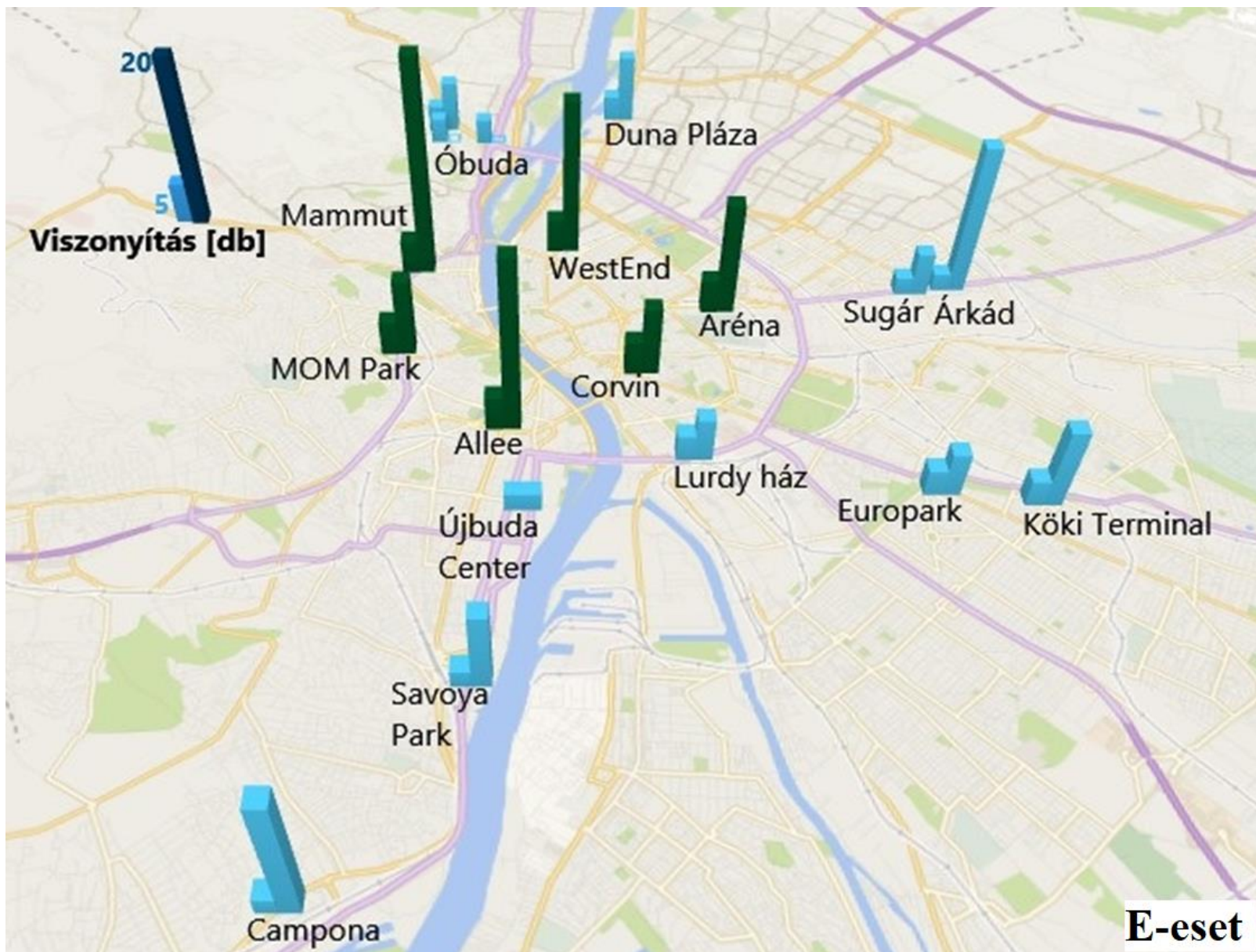


5. Az egyes bevásárlóközpontokat érintő járatok számának alakulása a vizsgált B-, C-, D- és E-esetben









6. A szükséges becsült járműszám várható értéke a különböző rendszerkonceptiók esetén, a szimulációs vizsgálat eredményei alapján

	A	B	C	D	E
EMOSS CM 12 minimális száma	22	12	12	12	12
BULLITT cargo bike minimális száma (egész rendszer)	-	2	8	12	-
BULLITT cargo bike minimális száma (Allee)	-	1	2	4	-
BULLITT cargo bike minimális száma (Corvin)	-	1	3	4	-
BULLITT cargo bike minimális száma (Aréna)	-	1	2	3	-
BULLITT cargo bike minimális száma (WestEnd)	-	1	1	1	-
BULLITT cargo bike minimális száma (Mammut)	-	1	1	1	-
BULLITT cargo bike minimális száma (összesen)	-	5	9	13	-
Nissan eNV-200 minimális száma (egész rendszer)	-	-	-	-	6
Nissan eNV-200 minimális száma (Allee)	-	-	-	-	2
Nissan eNV-200 minimális száma (Corvin)	-	-	-	-	2
Nissan eNV-200 minimális száma (Aréna)	-	-	-	-	2
Nissan eNV-200 minimális száma (WestEnd)	-	-	-	-	1
Nissan eNV-200 minimális száma (Mammut)	-	-	-	-	1
Nissan eNV-200 minimális száma (összesen)	-	-	-	-	8