



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

TDK DOLGOZAT

*Mezoszkópikus modell felépítése a budapesti
bevásárlóközpontok áruellátásának
vizsgálatára*

Készítette:
Sárdi Dávid Lajos

Konzulens:
Dr. Bóna Krisztián

2016

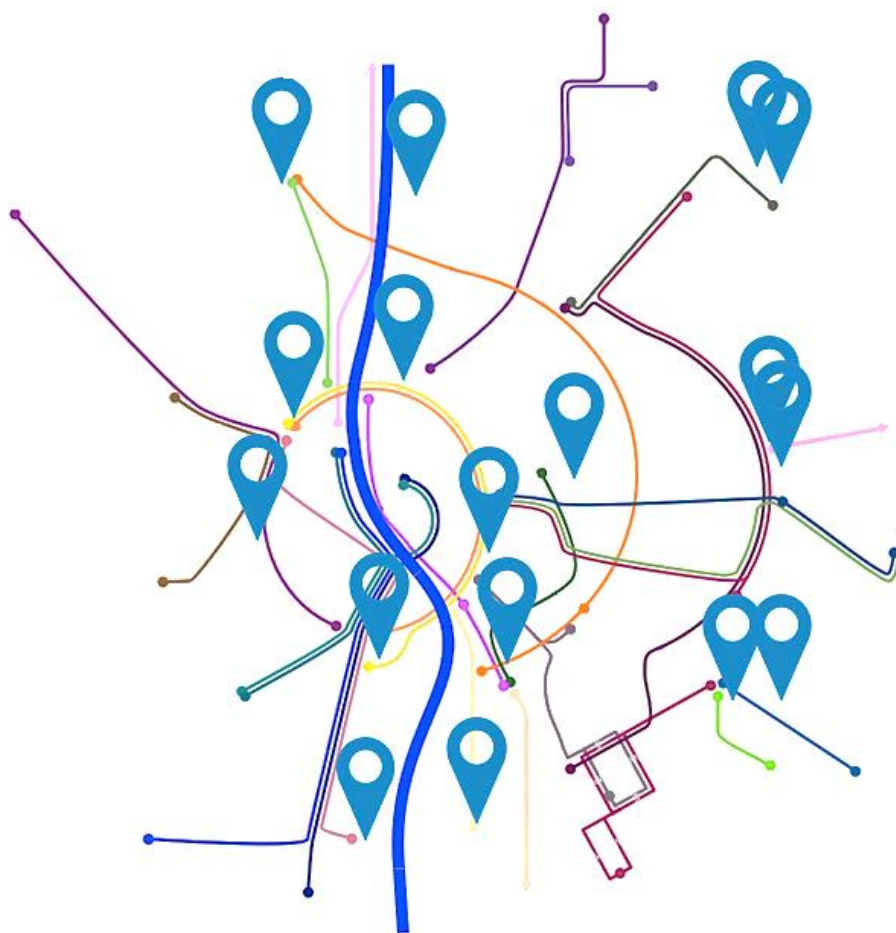
Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	4
2	A budapesti bevásárlóközpontok áruellátásának vizsgálata	6
2.1	Bevásárlóközpontok logisztikai szempontú átvilágítására kidolgozott módszertan rövid bemutatása	6
2.2	Az Allee bevásárlóközpont logisztikai vizsgálata	9
2.3	A Corvin Plaza bevásárlóközpont logisztikai vizsgálata.....	10
2.4	A WestEnd City Center bevásárlóközpont logisztikai vizsgálata	11
2.5	A bevásárlóközpontok ellátási láncában keletkező problémák összefoglalása	12
3	A jelenlegi helyzet értékelése.....	14
3.1	A kutatási célok bemutatása	14
3.2	A bevásárlóközpontok ellátási láncának jelenlegi változatai és a lehetséges jövőbeni megoldások	15
3.3	Lehetséges modellezési célok összefoglalása.....	17
3.4	A bevásárlóközpontok áruellátási rendszere, lehetséges megoldása és az egyes rendszerelemek bemutatása.....	18
3.4.1	Bevásárlóközpontok	20
3.4.2	Konszolidációs központ	21
3.4.3	Áruszállító járművek	23
3.4.4	Közlekedési úthálózat.....	24
3.4.5	Áru.....	25
3.5	A szükséges bemeneti adatok összefoglalása	25
3.6	A bemeneti adatok statisztikai jellemzőinek összefoglalása	30
4	Fejlesztési lehetőségek vizsgálata.....	32
4.1	Peremfeltételek a modellben	32

4.2	Beszállításgenerátor kialakítása	35
4.3	A modell alkotóelemeinek bemutatása	40
4.4	A modell kimeneti paraméterei	47
4.5	A szimulációs vizsgálatok végrehajtása	49
4.6	A kapott eredmények bemutatása	49
4.7	Következtetések.....	53
4.8	További fejlesztési lehetőségek	54
5	Összegzés.....	56
6	Irodalomjegyzék.....	57
7	Ábrajegyzék.....	59
8	Táblázatjegyzék.....	61
9	Mellékletek.....	62
9.1	A budapesti bevásárlóközpontok üzleteire vonatkozó statisztika.....	62
9.2	A Corvin Plaza vizsgálatára alkalmazott kérdőív	63

1 Bevezetés

A dolgozatom témája egy mezoszkópikus szimulációs modell felépítése a budapesti bevásárlóközpontok áruellátásának vizsgálatára. Témaválasztásom oka, hogy a városi áruszállításon belül a bevásárlóközpontok ellátása egy jelentős feladat, amellyel a korábbiakban még nem foglalkoztak rendszerszinten. Budapesten 18 bevásárlóközpont található (elhelyezkedésüket ld. az 1.1. ábrán, a budapesti villamos és helyi érdekű vasúti vonalakkal, 2014-es állapot), ezek jelentős gócpontok a city logisztika szempontjából, és jelenleg nincsen lehetőség az áruszállítások közös rendszerbe integrálására. Budapest Magyarország legnagyobb városa, területe $525,2 \text{ km}^2$ [1], azaz hozzávetőlegesen $525.200.000 \text{ m}^2$, lakossága pedig több, mint 1.750.000 fő a legfrissebb adatok alapján [2]. Ebben a városban 2015 végén 32405 kiskereskedelmi üzlet volt a KSH adatai alapján [3], a bevásárlóközpontokban pedig jelenleg több, mint 3000 üzlet található ezek közül (ld. a 9.1. mellékletben). Ebből látható, hogy a város kiskereskedelmi üzleteinek kb. 10%-a a város 18 pontjába koncentrálódik.



1.1. ábra: Budapesti bevásárlóközpontok elhelyezkedése, 2014-es állapot

2015 nyarán kezdtem el foglalkozni a bevásárlóközpontok logisztikai jellemzőivel, ekkor csatlakoztunk a BME ALRT-n működő, Dr. Bóna Krisztián által vezetett city logisztikai kutatócsoporthoz, és Mészáros Bálint hallgatótársammal szintén egy TDK munka keretei között kidolgoztunk egy módszertant [4], amely alkalmas a budapesti plázák áruforgalmával kapcsolatos city logisztikai jellemzők vizsgálatára. A módszertant később kibővítettük, és összesen három bevásárlóközpont több, mint 300 üzletéről gyűjtöttünk adatokat a használatával, így pedig már rendelkezésre állnak olyan adatok, amelyekkel a plázák áruellátását, valamint annak lehetséges, konszolidáción alapuló megoldásait vizsgálni lehet. Ez adta a motivációt a kutatás folytatására.

Ebben a dolgozatban egy, a bevásárlóközpontok áruellátásának vizsgálatára alkalmas, mezoszkópikus szintű szimulációs modell elkészítését, jellemzőit és alkalmazását fogom bemutatni. Mezoszkópikus modellnek nevezzük azt a modellt, amely a makroszkópikus modellnél mélyebb, de hozzá képest a mikroszkópikus modell részletesebb képet ad. Taktikai szinten alkalmazhatjuk, segítségével értékelhetünk döntési alternatívákat, azonban operatív szintű vizsgálatra nem alkalmas, mivel nagyobb az elhanyagolás mértéke [5]. Ez a szimulációs modell tehát arra lesz alkalmas, hogy megmutassa nekünk, milyen előnyökkel járhat a jelenlegi helyzethez képest az, hogy ha a beszállításokat közös rendszerbe szervezzük, a bevásárlóközpontok áruellátási rendszerébe áruforgalmi zsilipeket és konszolidációs központot iktatunk be. A szimulációs modellezés segítségével tehát rendszer alternatívák meghatározott indikátorait lehet vizsgálni, illetve ezeket egymáshoz képest, valamint a jelenlegi helyzethez képest is össze lehet hasonlítani.

A dolgozatban bemutatom a vizsgálati módszertant, a korábbi kutatások eredményeit, értékelem a bevásárlóközpontok áruellátási rendszerét, bemutatom a lehetséges megoldásokat, a modellezési célokat, a bemeneti adatok előkészítésének menetét, a szimulációs modell felépítését és részeit, a szimulációs vizsgálatokat, valamint a kísérletezés során kapott eredményeket.

2 A budapesti bevásárlóközpontok áruellátásának vizsgálata

2015 nyarán kezdtünk el foglalkozni a bevásárlóközpontok logisztikájának vizsgálatával, mivel gyakorlatilag nem álltak rendelkezésre a szükséges adatok ahhoz, hogy bármilyen, plázákra alkalmazható közös áruszállítási rendszer kialakításának lehetőségével foglalkozhassunk. Ekkor egy TDK-dolgozat keretében (*BME KJK TDK 2016, Mészáros Bálint, Sárdi Dávid Lajos: Módszertan kidolgozása bevásárlóközpontok logisztikai szempontú átvilágítására*) kidolgoztunk egy olyan módszertant, melynek segítségével megismerhetjük az egyes bevásárlóközpontok és üzleteik logisztikai jellemzőit. A módszertan egy feltáró részből és egy kérdőívből áll, ezt az Allee bevásárlóközponton teszteltük le.

Az Allee-n végzett kutatás eredményei alapján néhány helyen módosítottuk a módszertant, majd később néhány specifikus (üzletek közötti szállításokra, webkereskedelmi jellemzőkre és a cargo-kerékpárok használatának lehetőségére vonatkozó) kérdéssel kibővítettük. A kibővített módszertannal vizsgáltuk meg a Corvin Plaza és a WestEnd City Center bevásárlóközpontokat, így összesen már 3 plázára, és azok 327 üzletére vonatkozóan állnak rendelkezésünkre adatok.

A budapesti bevásárlóközpontokra (köztük a vizsgált három plázára) vonatkozó alapvető statisztikai adatok a 9.1. számú mellékletben találhatóak.

2.1 *Bevásárlóközpontok logisztikai szempontú átvilágítására kidolgozott módszertan rövid bemutatása*

A mérési módszertanunk célja a bevásárlóközpontok kiszolgálásakor jelentkező logisztikai problémák feltárásának, megismerésének, valamint számszerűsítésének lehetővé tétele, ennek elérése érdekében kvalitatív és kvantitatív kutatási megközelítéseket is tartalmaz. A módszertan alkalmazása során először egy feltáró vizsgálatot hajtunk végre, ez egy szakértői interjúból és megfigyeléses vizsgálatból áll, így megismerhetjük a bevásárlóközpont belső logisztikai folyamatait (pl. áruforgalom, logisztikai technológia, inverz logisztika), valamint a külső jellegzetességeket is (pl. elhelyezkedés, megközelítés, korlátozott behajtási övezetek).

Módszertanunk másik része a strukturált közvetett megkérdezésen alapul (amely egy leíró kutatási módszer), amely során egy kérdőívet töltenek ki a vizsgált bevásárlóközpont üzletei. Azért választottuk a kérdőívet, mert segítségével könnyen számszerűsíthetőek a bevásárlóközpont logisztikai jellemzői, így pedig megismerjük a kezelendő problémát. A kérdőív kérdései 7 témakörrel foglalkoznak (üzletek általános jellemzői, beérkező áruforgalom

jellemzői, raktárok helyzete, inverz logisztika, informatikai háttér, webkereskedelem, közös áruszállítási rendszerben való részvételi hajlandóság), ez összesen 26 kérdést jelent, ezek közül a legtöbb a beérkező áru és alapanyag forgalommal foglalkozik, mivel a kérdőív alapvető célja, hogy megalapozható legyen a segítségével egy konszolidáción alapuló, közös szervezésű beszállítói rendszer. A kérdőív néhány kérdése a bevásárlóközpontok különböző sajátosságai miatt változhat (pl. a rámpák száma vagy az előírt szállítás időszakok szerint) [4] [6] [7].

A Corvin Plaza vizsgálata előtt a módszertan mindkét részét kibővítettük, valamint a kérdőívet kis mértékben átdolgoztuk az egyszerűbb válaszadás lehetővé tétele érdekében [7]. A feltáró kutatást két további elemmel bővítettük. Ebből az első egy járműszámlálás, amelynek célja az, hogy a kérdőív válaszainál pontosabb képet kapjunk arra, hogy naponta mekkora, a bevásárlóközpontok kiszolgálásából eredő járműforgalom terheli a környező utakat. A másik új elem egy mintavételes munkanapfelvétel, amellyel azt tudhatjuk meg, hogy az áruszállító járművek bevásárlóközpontban töltött idejük mekkora része telik várakozással. A két vizsgálathoz tartozó mérőlapokat a próbamérések alapján készítettük el.

A kérdőívet több helyen is módosítottuk, illetve kibővítettük (ld. a 9.2. mellékletben). Ennek célja egyfelől a könnyebb válaszadás volt, másfelől pedig további információk nyérése az üzletek közötti szállítás és a házhozszállítás témaköreiről, valamint az is szempont volt, hogy minél rövidebb legyen a kérdőív, mivel a túl sok kérdés elriaszthatja a megkérdezetteket a válaszadástól. Új kérdések vonatkoznak a teherbiciklis szállítás lehetőségére, az üzlet polcain tárolható áru mennyiségére, üzletek közötti szállításokra és házhozszállításra vonatkozólag. Lehetővé tettük az adatok osztályközös megadását a jellemző szállítási egységekre vonatkozó kérdés és az áruk kiindulási helyére vonatkozó kérdés (itt korábban nem is kérdeztük a kiindulási pont bevásárlóközponttól vett távolságát), valamint az üzlet és raktárak területére vonatkozó kérdések esetén (mivel úgy gondoltuk, hogy a válaszadás egyszerűsítésével pontosabb eredményeket kaphatunk), néhány kérdés esetében pedig további válaszlehetőség került be.

A kibővített vizsgálati módszertan elemeinek tételes felsorolása a 2.1. táblázatban található.

A feltáró kutatás végrehajtása
Bevásárlóközpont méretének, üzleteinek számának meghatározása.
Milyen korlátozott forgalmú övezetben található a bevásárlóközpont, ez milyen behajtási díjakat jelent?

Milyen korlátozott forgalmú övezeteken át közelíthető meg, ez milyen behajtási díjakat jelent?
A környéken található villamosvonalak közelségének és iparvágány lehetőségének vizsgálata.
A közeli villamosvonalak hálózatba kapcsoltságának vizsgálata.
Duna megközelítési lehetőségének vizsgálata.
A környéken található buszsávok vizsgálata (megléte, honnan hova tart?).
Bevásárlóközpont szállítási időszakainak vizsgálata.
Szállítási időszakoktól való eltérés lehetőségének vizsgálata.
Szállítási időszakoktól való tényleges eltérések vizsgálata.
A bevásárlóközpont árufogadó területeinek vizsgálata kapacitás szempontjából.
Mekkora járművek fogadására alkalmasak az árufogadó területek (a burkolat teherbírása és a belmagasság szempontjából)?
Van-e egyéb korlátozás a behajtásra vonatkozólag (például különböző meghajtási módokra)?
Korlátozások vizsgálata az árufogadó területekhez vezető utakon (a korlátozott forgalmú övezeteken felül).
A bevásárlóközpontban található teherliftek vizsgálata.
Az áruk üzletekhez való eljutásának vizsgálata.
A ki- és berakodási lehetőségek vizsgálata.
Hulladékgyűjtés vizsgálata a bevásárlóközpontban (szelektív-e, ki felelős érte és mik a résztvevők köteleességei?).
Hulladékok szállítása a bevásárlóközponton belül.
Hogyan történik a kommunális és a szelektív hulladék elszállítása?
Veszélyes hulladékok helyzetének vizsgálata.
A bevásárlóközpontban található raktárok számának és elhelyezkedésének vizsgálata.
Raktárbérlési lehetőségek vizsgálata.
Járműszámlálás és mintavételes munkanapfelvétel próbamérésének végrehajtása.
Kísérlettervezés a járműszámláláshoz és a mintavételes munkanapfelvételhez.
Járműszámlálás és mintavételes munkanapfelvétel végrehajtása.
Járműszámlálás és mintavételes munkanapfelvétel kiértékelése.
Az előbbieken feltárt problémák összegzése.
A kérdőíves vizsgálat végrehajtása
A nem univerzális kérdések vizsgálata, azok megfelelő módosítása a feltáró kutatás során tapasztaltak szerint.
Üzletek vizsgálata, azon üzletek kiválasztása, melyekkel ki kell tölteni a kérdőívet.
A vizsgálandó üzletek felkeresése, a kérdőívek kitöltetése.

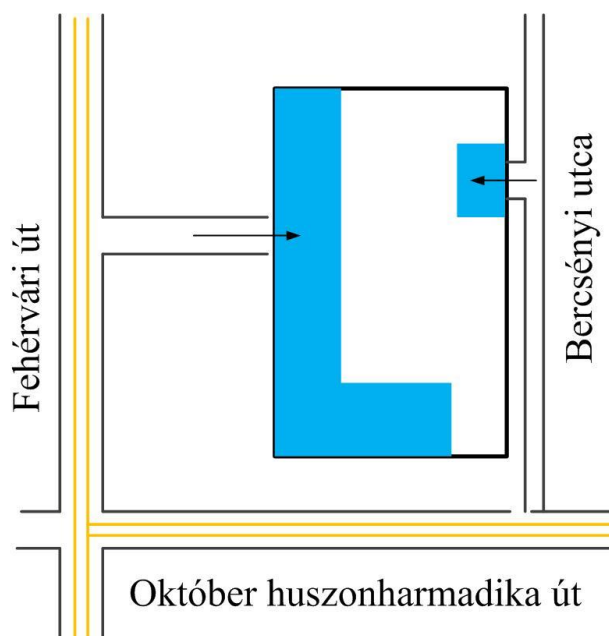
A hibás válaszok kiszűrése, adatkonszolidáció.
A hibás válaszok korrigálása, amennyiben az lehetséges.
Az adatok gépbe vitele.
Az adatok kiértékelése.
A kapott eredmények és a feltárt problémák összegzése.

2.1. táblázat: A vizsgálati módszertan lépéseinek összefoglalása [4]

Az előbbieken bemutatott módszertanunk segítségével 3 bevásárlóközpontot vizsgáltunk meg: az Allee-t, a Corvin Plaza-t és a WestEnd City Centert. A budapesti bevásárlóközpontokban átlagosan 178 üzlet (a szórás 176 üzlet) található (ld. a 9.1. mellékletben). Az Allee az átlaghoz közeli, a Corvin annál jelentősen kisebb, a WestEnd pedig jelentősen nagyobb üzletszámmal rendelkezik, így három lényegesen eltérő méretű és jellegű bevásárlóközpontot vizsgáltunk meg.

2.2 Az Allee bevásárlóközpont logisztikai vizsgálata

A vizsgálati módszertanunkat először az Allee bevásárlóközponton alkalmaztuk, ezt a vizsgálatot 2015 őszén hajtottuk végre. Először a feltáró vizsgálatot hajtottuk végre, majd az eredmények alapján elkészítettük a végleges kérdőívünket. Az Allee 159 üzletéből 149-et vizsgáltunk, közülük 140-et sikerült elérni. A megkérdezett 140 üzletből 105 töltötte ki a kérdőívet, ez pontosan 75%-os válaszadási hajlandóságot jelent, ez jelentősen felülmúlta az előzetes várakozásainkat, később pedig sem a Corvin Plaza, sem a WestEnd City Center esetében nem sikerült ilyen magas arányt elérnünk. Az Allee layoutja a 2.1. ábrán látható, a logisztikai területeket késsel jelöltem.



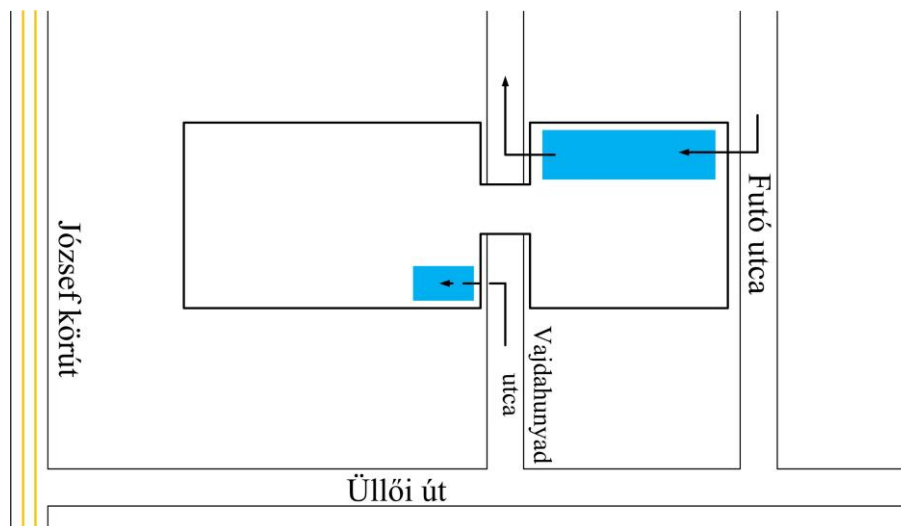
2.1. ábra: Az Allee bevásárlóközpont layoutja

Az Allee vizsgálata során sok adatot kaptunk a bevásárlóközpont logisztikájával kapcsolatban, valamint a tapasztalataink alapján tudtuk néhány helyen módosítani a kérdőívünket, hogy az minél pontosabb eredményeket adhasson.

A vizsgálat során kapott eredmények alapján már azt mondhatjuk, hogy a módszertan alkalmazása során nyert adatokból kiindulva el lehet kezdeni a közös rendszer tervezésének előkészítését, hiszen információkat nyújt a szükséges tervezési paraméterek nagyságrendjéről, mint például a szállítandó áru mennyisége, a különleges igényekkel rendelkező áruk aránya vagy az inverz logisztika jellemzői [4] [6].

2.3 A Corvin Plaza bevásárlóközpont logisztikai vizsgálata

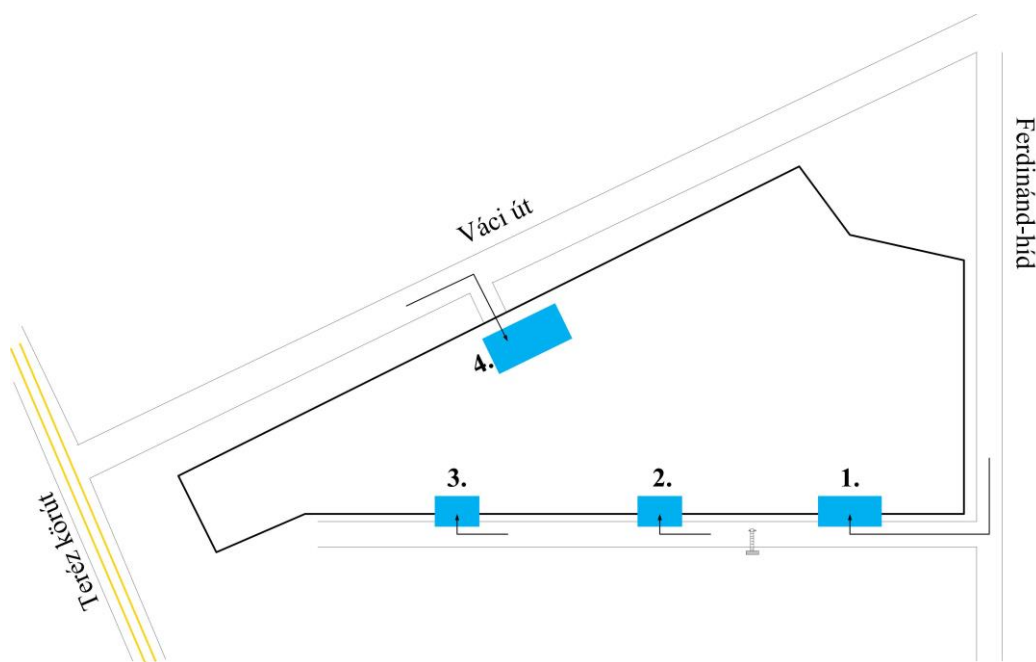
A Corvin Plaza vizsgálatát 2016 tavaszán hajtottuk végre, a kibővített módszertan alkalmazásával. A Corvin 79 üzletéből 76-ot vizsgáltunk, ezek közül 73-mal sikerült felvennünk a kapcsolatot. A 73 üzletből 51 töltötte ki a kérdőívünket (69,86%). A Corvin Plaza city logisztikai szempontú vizsgálata is sok érdekes eredményt adott a bevásárlóközpont logisztikájával kapcsolatban. A Corvin layoutját ld. a 2.2. ábrán. A vizsgálatból megtudhattuk, hogy a módszertan új elemeinek köszönhetően megfelelő további adatokat kaphatunk.



2.2. ábra: A Corvin Plaza bevásárlóközpont layoutja

2.4 A WestEnd City Center bevásárlóközpont logisztikai vizsgálata

A WestEnd City Center vizsgálatát 2016 nyarán hajtottuk végre. A WestEnd 333 üzletéből 308-at vizsgáltunk, ezek közül 304-gyel sikerült felvennünk a kapcsolatot. A vizsgálat során egy üzletként kezeltük azon üzleteket, amelyek logisztikai szempontból együtt kezeltek, vagy egy tulajdonoshoz tartoznak, ez a WestEnd-ben jelentősebb arányban fordult elő, mint a korábbiakban. A 304 üzletből 171 töltötte ki a kérdőívünket, a további üzletek pedig nem akartak vagy nem tudtak (pl. belső szabályzat miatt) részt venni a kutatásunkban. A WestEnd layoutja a 2.3. ábrán látható.



2.3. ábra: A WestEnd City Center bevásárlóközpont layoutja

2.5 A bevásárlóközpontok ellátási láncában keletkező problémák összefoglalása

A 3 bevásárlóközpont vizsgálata alapján bebizonyosodott, hogy az általunk korábban feltételezett problémák (pl. túl sok szállítási alkalom, kisméretű teherszállítójárművekkel) [4], a plázák logisztikai folyamataival kapcsolatban léteznek, és jelentős problémát okoznak a bevásárlóközpontok áruforgalmának szervezésében.

A több bolttal rendelkező üzletek esetében a boltok több, mint 60%-ánál legalább az összes fele bevásárlóközpontokban található (az üzletek 79, 82, illetve 64%-a a 3 pláza esetében), ez már azt mutatja, hogy érdemes foglalkozni ezen üzletek kiszolgálásának közös rendszerbe integrálásával. Leggyakrabban minden esetben szerződéses beszállítót foglalkoztatnak, ezek azonban különböző beszállítók, csak a nagyobb kiscsomagküldő vállalatok fordulnak elő többször. A járművek többsége 3,5 tonna alatti kistehergépkocsi vagy személygépkocsi, 7,5 tonna feletti tehergépkocsi nagyon kevés esetben fordul elő, ez is mutatja, hogy egyszerre kis tételeket szállítanak, ebből pedig következik a sok szállítási alkalom.

Mindhárom esetben több, mint az üzletek 80%-a szállít dobozokban, és kevesebb, mint 30% esetében fordulnak elő raklapos egységpakományok, azaz a kisebb méretű szállítási egységek a jellemzők. Itt problémát jelent az, hogy a dobozok mérete nagyon sokféle lehet, nehezíti teszi egy közös áruszállítási rendszer megtervezését. A szállítmányok között sok törékeny, nagy értékű, illetve hűtendő/romlandó (az élelmiszer esetében) áru fordul elő, ez pedig egy további komoly kihívást jelent.

Az áru mozgatását minden esetben az üzletek alkalmazottai vagy a kiszállítást végző alkalmazottak végzik (különböző arányokban), sehol nem biztosít a bevásárlóközpont lehetőséget szakképzett áruszállító személyzet igénybevételére. Ez azt jelenti, hogy vagy az áruszállító járműnek kell várakoznia a rakodás idejére, vagy az üzlet alkalmazottainak idejét kötik le az árumozgatási feladatok. Egy közös szervezésű áruszállítási rendszer áruforgalmi zsilippel és az ott dolgozó szakképzett személyzettel ezt a kérdést is megoldhatná.

A vizsgált üzletek tekintetében a beszállítások száma is magas, 88 (96 üzletbe), 36 (47 üzletbe), illetve 85 (140 üzletbe) szállítást történik naponta a 3 vizsgált esetben, azaz napi 209 beszállítás történik 283 válaszadó üzletbe. Ez üzletenként 0,738 szállítást jelent naponta, ez pedig nagyon magas érték, a szállítási alkalmakat azonban egy konszolidáción alapuló áruszállítási rendszer létrehozásával lehetne csökkenteni. Ezzel az értékkel közelítve az összes

budapesti bevásárlóközpont szállítási alkalmait naponta több, mint 2300 beszállítás (azaz havonta közel 70000 beszállítás) történik a 18 budapesti plázába.

Az áruszállítási időszakok jelentősen eltérnek az üzletek esetében, sokféle különböző fordul elő, egész nap történnek beszállítások. A csúcsidőszakok 9:00-17:00, 5:30-10:00, illetve 9:00-17:00 közé esnek a 3 pláza esetében. Ez azt jelenti, hogy a bevásárlóközpontok beszállításai folyamatos terhelést jelentenek a városi utaknak napközben. Az összes áru vegyesen érkezik városon kívülről és belülről egyaránt, azonban 3-ból 2 esetben a városon kívülről érkező áru részesedése a nagyobb, a városon belül érkező áru pedig az esetek jelentős (de jelenleg számunkra ismeretlen) részében városon kívülről érkezik városon belül található telephelyekre.

Üzletek közötti szállítás mindhárom pláza esetében jelentős arányban előfordul. Az adott pláza üzleteiből 13, 19, illetve 72 esetben fordulnak elő szállítások másik üzletbe, továbbá 25, 26, illetve 60 esetben érkeznek szállítások másik üzletekből. Jellemzően heti rendszerességű szállításokról van szó, és ezen esetekben az összes áruhoz viszonyítva az áru hozzávetőlegesen 5-10%-a kerül át másik üzletbe. Ez azt jelenti, hogy létezik egy jelentős volumenű feladat, amivel egy közös szervezésű rendszerben foglalkozni szükséges.

Az üzletek 45, 43, illetve 43%-a foglalkozik webkereskedelemmel is, azaz mindhárom esetben kicsivel kevesebb, mint az összes üzlet fele. Ezeknél jellemzően lehetőség van házhozszállításra is, az összes eladott árunak pedig a 6,6%-a, 7%-a, illetve 23%-a jut el házhozszállítással a vevőkhöz, ez pedig egy további logisztikai feladatot jelent az üzletek számára. Ez mindhárom esetben olyan mennyiség, amivel akár már egy közös rendszerben is érdemes foglalkozni, a 3. esetben pedig egyértelmű, hogy a házhozszállítások rendszerbe integrálása komoly előnyöket jelenthetne.

Mindent összevetve azt kaptuk, hogy rengeteg olyan probléma és kihívás jelentkezik a bevásárlóközpontok esetében, amivel érdemes, illetve kell foglalkozni.

3 A jelenlegi helyzet értékelése

3.1 A kutatási célok bemutatása

A bevásárlóközpontok logisztikai szempontú vizsgálatára kidolgozott módszertanunk azt a célt szolgálta, hogy rendelkezésünkre álljanak korábban ismeretlen adatok, melyekkel számszerűsíteni tudjuk a budapesti plázákkal kapcsolatos logisztikai ismérveket. Három bevásárlóközpont vizsgálata után azt mondhatjuk, hogy elegendő mennyiségű adat áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy elkezdhessünk esetleges megoldások alapjainak kidolgozásával foglalkozni, melyek lehetővé tennék a bevásárlóközpontok kiszolgálásának racionalizálását, valamint környezetvédelmi szempontokat is szolgálhatnának. A korábbiakban, mivel a bevásárlóközpontok üzleteinek logisztikai jellemzőivel kapcsolatban nem álltak rendelkezésre a szükséges adatok, erre nem lett volna lehetőség.

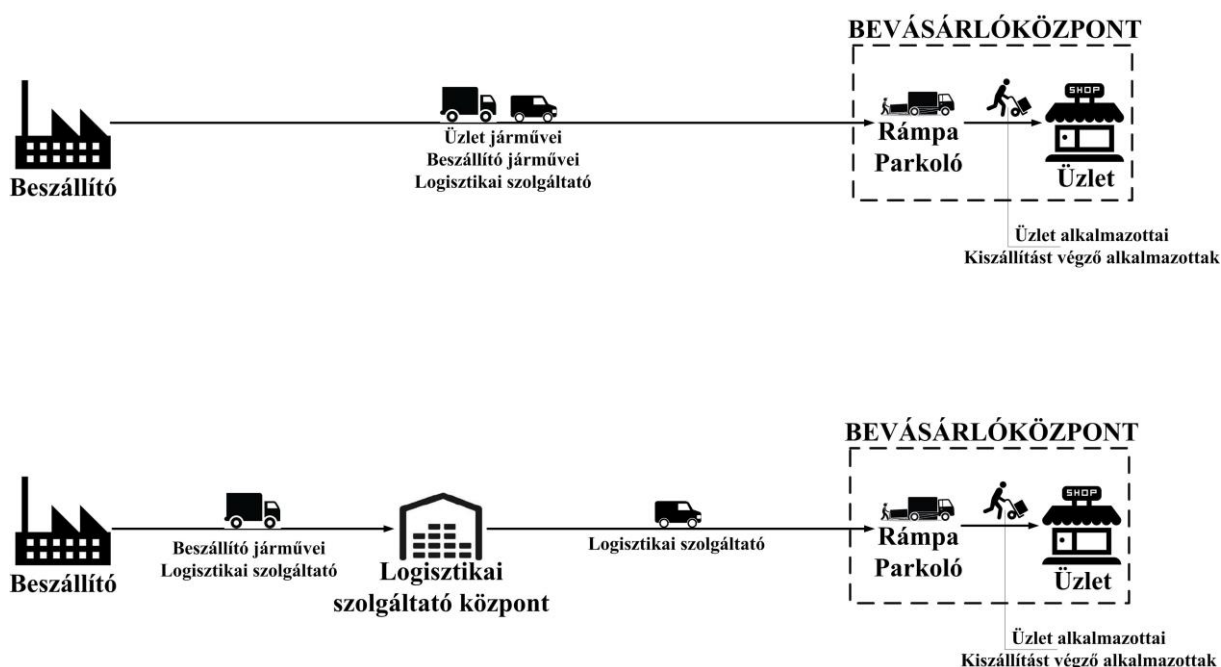
Fontos kiemelni továbbá azt is, hogy a városi közlekedés szempontjából is előnyös lehet egy megfelelően kialakított közös áruszállítási rendszer létrehozása. Erre számos lehetőség kínálkozik, a módszertan által nyert adatokat egy szimulációs modellbe integrálva pedig lehetővé válik, hogy ezek közül néhányat meg is vizsgálhassunk, valamint összevethessük a vizsgálat eredményeit a jelenlegi helyzettel. Ehhez szükséges tehát felépítenünk egy szimulációs modellt, amely segít abban, hogy a különböző megoldási lehetőségeket alapjaiban áttekinthessük, és vizsgálhassuk a létjogosultságukat különböző szempontok szerint, úgy, mint például a beszállítások száma, az energiafelhasználás, a környezetterhelés, a készletezési kérdések, vagy egy lehetséges áruforgalmi zsilip munkaerőigénye.

Értelemszerűen jelenleg a modellben egyelőre három bevásárlóközponttal kapcsolatos vizsgálatra nyílik lehetőség, de amennyiben a jövőben rendelkezésünkre fognak állni további adatok a többi budapesti plázával kapcsolatban, lehetséges lesz azokat is vizsgálni. Azonban ezek az adatok (mivel különböző jellegű plázák különböző folyamatokkal rendelkező üzleteiről van szó) már elegendőek lehetnek ahhoz, hogy megmutassuk azt, milyen előnyöket jelenthetne egy közös működtetésű, gateway-koncepción alapuló [8] áruszállítási rendszer kialakítása Budapest bevásárlóközpontjainak kiszolgálására. A következő fejezetekben bemutatom a bevásárlóközpontok áruszállítási rendszereinek jelenlegi kialakítását ezen szempontok szerint, valamint ezekkel összevetve bemutatok lehetséges megoldásokat.

3.2 A bevásárlóközpontok ellátási láncának jelenlegi változatai és a lehetséges jövőbeni megoldások

A három budapesti bevásárlóközpont vizsgálata alapján megismertük, hogy hogyan valósulnak meg a beszállítások a bevásárlóközpontokba, milyen úton jut el az áru a beszállítóktól az üzletekig, milyen járművekben történnek a beszállítások és kik végzik az áru mozgatását a bevásárlóközpontok árufogadó területeiről az üzletekbe.

Jelenleg a bevásárlóközpontok kiszolgálása a 3.1. ábrán látható módokon működik.



3.1. ábra: A bevásárlóközpontok kiszolgálásának jelenlegi megvalósítása

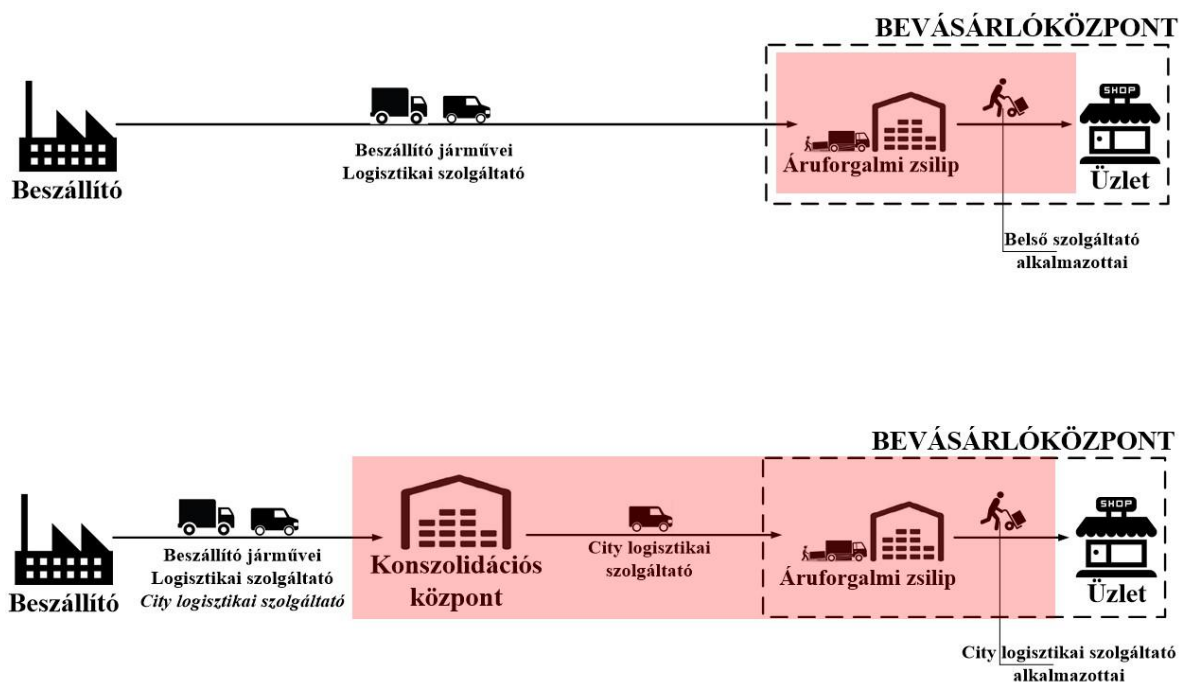
A felső ábra szerint a beszállítótól (a beszállító itt lehet maga a gyártó, egy központi raktár, nagykereskedés vagy egyes esetekben egy másik üzlet, pl. zöldségek esetén egy piac) az üzlet, a beszállító maga vagy egy logisztikai szolgáltató juttatja el az árut a bevásárlóközpontba. A bevásárlóközpontban a rámpáról vagy sok esetben a parkolóból (jellemzően a saját személygépkocsival történő, kisvolumenű beszállítások esetén) az üzlet alkalmazottai vagy a kiszállítást végző alkalmazottak mozgatják az árut az üzletbe.

A másik, kétlépcsős esetben [8] egy logisztikai szolgáltató ékelődik a beszállító és a bevásárlóközpont közé, ekkor az üzlet nem végez saját járművel szállításokat. Ezek közül sok esetben az ismert csomagküldő szolgálatok végzik el a beszállításokat (pl. GLS, DHL, MPL) [4], esetükben pedig megfigyelhető bizonyos fokú konszolidáció, ekkor esetenként egy

bevásárlóközpontban egyszerre több üzletet is kiszolgálhatnak (azonban ez csak kevés esetben figyelhető meg).

Ezekben az esetekben problémát jelent az, hogy sok, kisvolumenű beszállítás történik, melyek egymással nincsenek összehangolva, ez a városi közlekedés szempontjából komoly terhelést jelent, a rámpákon pedig zsúfoltság jelentkezhet miattuk, ami komoly idővesztést okoz a beszállítást végzők számára. További megoldandó feladat az, hogy a rámpa vagy parkoló és az üzletek között az üzlet alkalmazottai vagy a beszállítást végző alkalmazottak mozgatják az árut, ez pedig jelentős időt igényel, miközben azt tapasztaltuk, hogy sok esetben így sincs elegendő alkalmazott az üzletekben, és nem tudják ellátni az összes feladatukat megfelelően.

A kutatás során két különböző megoldási lehetőséget vizsgálunk, ezek a 3.2. ábrán láthatók.



3.2. ábra: A bevásárlóközpontok kiszolgálásának lehetséges megoldásai

A felső ábrán látható megoldás szerint a rámpa (a parkoló rakodási funkciója pedig megszűnik, és így teljesen szétválasztjuk a személy- és áruforgalmat) alakul át áruforgalmi zsilippé (A-eset), ekkor az áru mozgatása egy belső szolgáltató feladata lesz, így pedig kevesebb munka hárul az üzlet alkalmazottjaira, valamint a kiszállítást végző alkalmazottakra. Ebben az esetben akár az is megoldható, hogy az áruforgalmi zsilipbe menetrend, vagy legalábbis előre meghatározott beszállítási időpontok szerint érkezzen az áru.

Ez a megoldás egy jelentős lépcsőfok az alsó ábrán látható rendszer kialakításához. Ekkor egy konszolidációs központ kerül a rendszerbe, ahonnan egy city logisztikai szolgáltató

juttatja el az árut az áruforgalmi zsilipen át az üzletekbe (B-eset). A konszolidációs központ ekkor akár készletezési feladatot is átvehet a beszállítóktól, az egységképzésnek köszönhetően csökken a beszállítások száma, így pedig csökken az utak áruszállítás által okozott terhelése is.

Az ábrán pirossal jelöltem azokat a feladatokat, melyek végrehajtása egy belső, illetve city logisztikai szolgáltató feladata lenne az új rendszerben.

3.3 *Lehetséges modellezési célok összefoglalása*

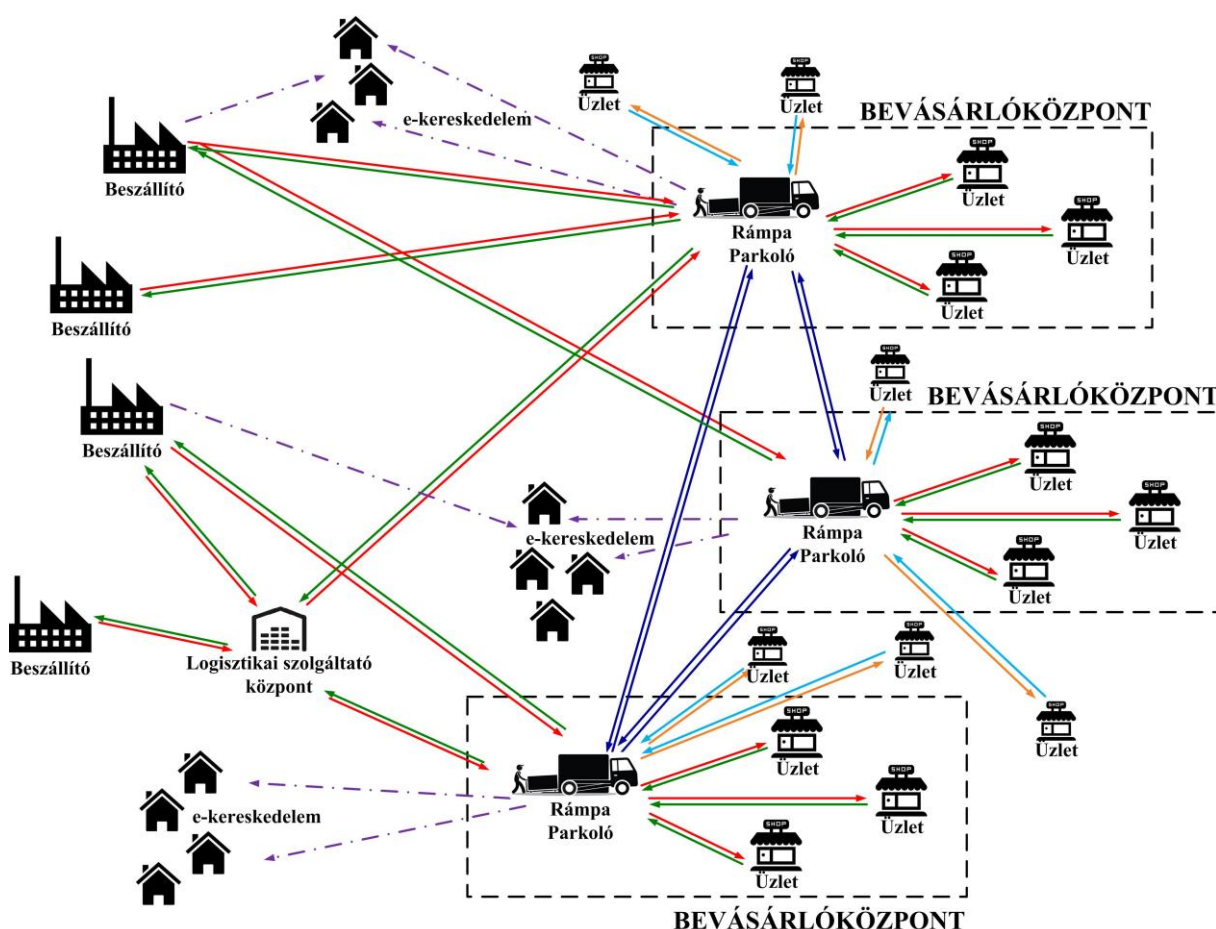
A felépíteni kívánt szimulációs modell célja az, hogy megmutathassuk, a lehetséges megoldások különböző szempontok szerint vizsgálva miben lehetnének jobbak a jelenlegi, szervezetlen áruszállítási rendszerénél. A modellt tehát úgy kell kialakítani, hogy az alábbi, új áruszállítási rendszer kialakításával kapcsolatos tényezők vizsgálatára alkalmas legyen, a kutatás eredményeképpen pedig ezeket szeretnénk összevetni a jelenlegi helyzettel:

- Beszállítások száma (A és B-esetben): jelenlegi helyzetben minden üzlet külön végzi a szállításokat, egy közös áruszállítási rendszer esetén azonban ezeket a konszolidációs központban egy járatba lehet szervezni, így egyszerre nagyobb volumen szállítása válhat lehetségessé, ez pedig azt jelentené, hogy csökkenhet a beszállítások száma.
- Városban megtett út, ebből eredő üzemanyagfogyasztás és kibocsátás (A és B-esetben): jelenlegi helyzetben vegyesen érkezik városon belülről és kívülről áru, az új rendszerben azonban minden először a városhatáron található konszolidációs központba érkezne, és csak utána jutna be a városba. Az üzemanyagfogyasztás, és az ebből eredő környezeti terhelés pedig ezzel szorosan összefügg.
- Készletezés a konszolidációs központban (B-esetben): ebben az esetben a konszolidációs központból az áru később megy tovább, így a központ készletezési feladatot vehet át a beszállítótól. A modellben meg tudjuk vizsgálni, hogy ennek van-e létjogosultsága. Vizsgálhatnánk azt is, hogy a zsilip átvehet-e készletezési feladatot, de a korábbi kutatásaink azt mutatják, hogy a bevásárlóközpontokban nem áll rendelkezésre ehhez megfelelő terület, így az áruforgalmi zsilip csak cross docking-funkciót tudna ellátni. Többek között a készletezés kérdése miatt nem vizsgáljuk a modellben a romlandó, hűtendő árukat, mivel azokhoz speciális infrastruktúra szükséges.

A szimulációs modell felépítésekor tehát ezeknek a tényezőknek a vizsgálatára (valamint ezekkel kapcsolatos tényezők, mint például a fogyasztás, környezetterhelés stb.) vizsgálatára koncentráltam. Fontos lenne ezeket a tényezőket a költségek oldaláról is vizsgálni, azonban ehhez jelenleg nem állnak rendelkezésre megfelelő fajlagos értékek, melyekkel számításokat végezhetnék. A következő fejezetekben bemutatom a bevásárlóközpontok áruellátási rendszerét és rendszerelemeit, valamint a szimulációs modellben szükséges bemeneti adatokat. Ezeket az előbbi tényezők vizsgálatát lehetővé téve alakítottam ki.

3.4 A bevásárlóközpontok áruellátási rendszere, lehetséges megoldása és az egyes rendszerelemek bemutatása

A bevásárlóközpontok áruellátási rendszere jelenleg a 3.3. ábrán látható módon alakul.



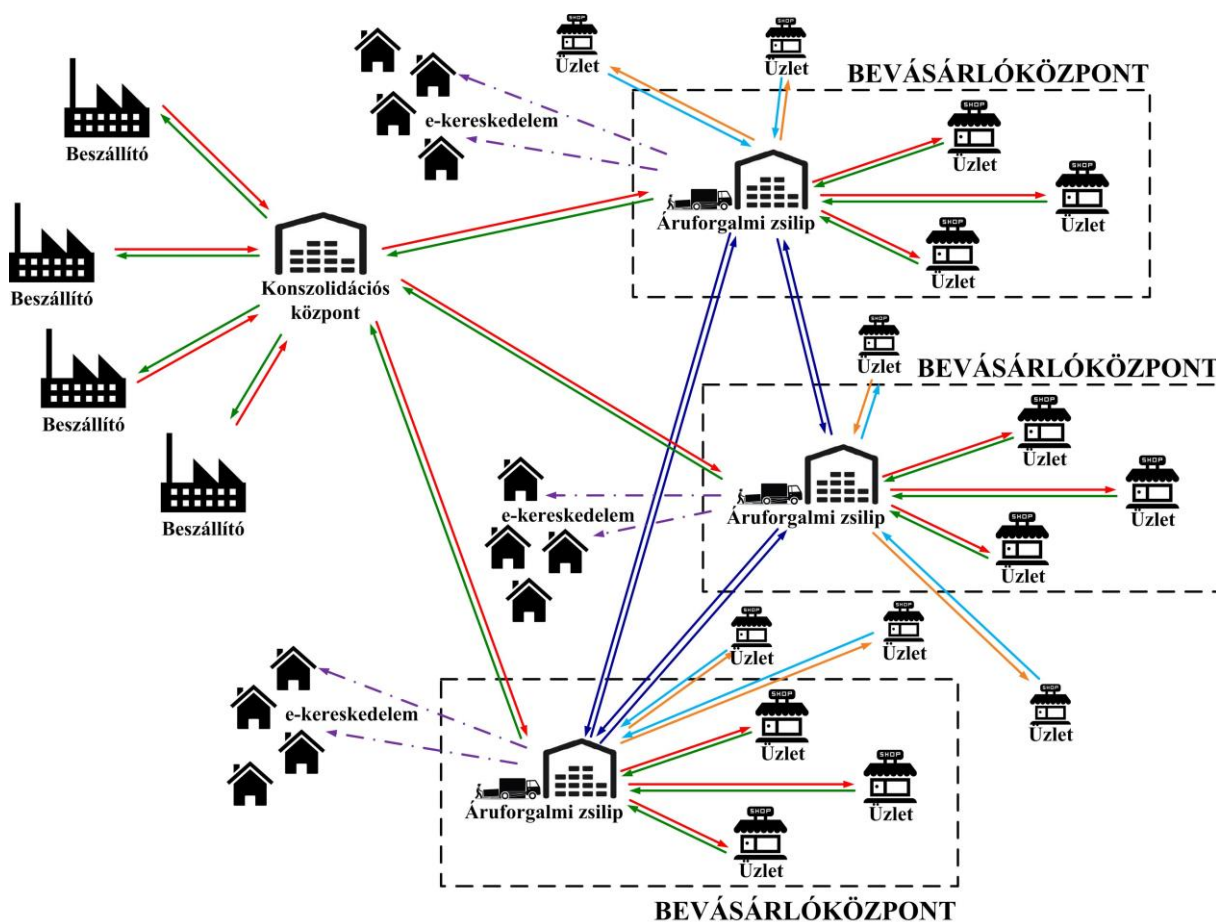
3.3. ábra: A bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének jelenlegi helyzete

A beszállítók külön-külön (illetve egyes esetekben körjáratokban) szolgálják ki a bevásárlóközpontokat, és előfordul az is, hogy egy logisztikai szolgáltató központra is átfut az áru. A bevásárlóközpontokban a rámpákhoz vagy a parkolóba érkezik az áru, onnan történik az

üzletek kiszolgálása. Megjelennek üzletek közötti szállítások, egyfelől a bevásárlóközpontok között, továbbá a bevásárlóközpontok és más, bevásárlóközponton kívüli üzletek között is. A házhozszállítások vegyesen történnek az üzletekből, valamint központi készletből. Ebben az esetben a különböző szállítások nincsenek összehangolva (eltekintve egyes esetektől, amikor logisztikai szolgáltató kismértékű konszolidációt végez, vagy az üzletek közötti szállítást hozzáillesztik a beszállításokhoz).

Az ábrán pirossal jelenik meg a beérkező áruforgalom, zölddel az inverz anyagáram, sárgával és világoskékkel a bevásárlóközpont és külső üzletek közötti szállítások, sötétkékkel a bevásárlóközpontok üzletei közötti szállítások, valamint lilával a házhozszállítások. A rendszerábrán nem jelenik meg a hulladékszállítás, valamint a szervízbe történő szállítások.

Az előbbi rendszer egyik lehetséges, konszolidáción alapuló megoldása a 3.4. ábrán látható.



3.4. ábra: A bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének lehetséges megoldása

Ebben az esetben az áru a beszállítóktól egy konszolidációs központba jut el, onnan pedig konszolidáltan a bevásárlóközpont áruforgalmi zsilipébe érkezik, az üzleteket pedig onnan szolgálják ki. Ehhez a rendszerhez illeszthetjük (az áruforgalmi zsiliphez) az inverz

anyagáramot, az üzletek közötti szállításokat, valamint a házhozszállításokat is. Ekkor a különböző áruszállítási feladatokat el lehet végezni összehangoltan, egy közös áruszállítási rendszerbe szervezve. A modellben az üzletek közötti szállításokat és a házhozszállításokat jelenleg nem vizsgáljuk, azonban a későbbiekben lehetséges azt ezekkel bővíteni.

A különböző áruszállítási feladatokat a 4.3. ábrához hasonló módon jelöltem.

Itt fontos kiemelni azt, hogy elméletileg lehetséges lenne gyűjtő és terítőjáratok használata is azonban olyan volumenekről van szó az egyes bevásárlóközpontok kiszolgálása esetén, hogy azok meg tudják tölteni az áruszállító járműveket abban az esetben is, ha azok egyszerre csak egy pláza kiszolgálását végzik el. Esetünkben 178 üzletre állnak rendelkezésre adatok, ezekbe az üzletekbe átlagosan napi 123 beszállítás történik, szállításonként pedig átlagosan 14,6 db dobozos és 0,5 db raklapos egységgrakomány érkezik. Ezekkel az adatokkal részletesen a 3.6. fejezetben foglalkoztam. Ennek ellenére speciális esetekben lehet akár ezeknek is létjogosultsága, így a későbbiekben érdemes lehet ennek vizsgálatával is foglalkozni.

A következő fejezetekben bemutatom a rendszer legfontosabb (jelenlegi és lehetséges jövőbeli) elemeit.

3.4.1 Bevásárlóközpontok

A bevásárlóközpontok jelentik azon csomópontokat, ahová érkeznek a beszállítások, valamint kiindulnak onnan szállítások másik üzletekbe, házhoz szállítások, és inverz anyagáramok. Budapesten jelenleg 18 bevásárlóközpont található, a rájuk vonatkozó adatok a 9.1. mellékletben olvashatóak. Ezek közül hárommal kapcsolatban rendelkezünk adatokkal, az elkészítendő modell azonban alkalmas lesz arra, hogy bármely bevásárlóközpont áruforgalmával kapcsolatban eredményt adjon, a megfelelő input adatok rendelkezésre állása esetén.

A bevásárlóközpontok jelenleg beszállítói udvarokkal és parkolókkal rendelkeznek, ezekbe érkezik az áru, változó időpontokban, nem menetrend szerint. Logisztikai szempontból ezeket felválthatná egy áruforgalmi zsilip, ahová tervezetten és esetlegesen konszolidáltan érkezhethet az áru, és egy belső logisztikai vagy city logisztikai rendszer alkalmazottai végezhetik el az áru mozgatását az üzletekbe. Adott esetben a környék többi üzlete is kiszolgálható lehet egy bevásárlóközpont áruforgalmi zsilipéből, nem csak a pláza üzletei, ebben szintén nagy potenciál lehet.

3.4.2 Konzolidációs központ

Fontos eleme a közös szervezésű áruszállítási rendszernek egy konzolidációs központ, ahová a beszállítótól érkezik az áru, onnan pedig egységképzés után továbbítani lehet az árut a bevásárlóközpontokba. A konzolidációs központ emellett akár készletezési funkciót is elláthat.

A konzolidációs központ elhelyezkedhet városon belül és kívül is, és fontos, hogy akár nagyobb teherbírású járművel is megközelíthető legyen, illetve közúton és vasúton (városi közúti vasúton) is el lehessen jutni oda. Városon kívüli elhelyezkedés esetén célszerűen a város határában (autópályán vagy főúton, illetve vasúton könnyen megközelíthető helyen) kell a konzolidációs központot létesíteni. Budapest esetében ilyen hely lehet például Káposztásmegyer, Kamaraerdő, illetve a Csepeli Szabadkikötő.

A konzolidációs központnak logisztikai szolgáltatásokat át kell vállalnia a beszállítóktól, akár készletezési funkciót is átvehet, de a legfontosabb feladat a logisztikai tranzakciók ellátása, azaz a beérkező áruk eljuttatása a megfelelő bevásárlóközpontokba. A konzolidációs központhoz illeszkednie kell a bevásárlóközpontban található áruforgalmi zsilipnek. A konzolidációs központ zsilip nélkül nem lehetséges opció, mert kis tétel nagyság a jellemző, azokat pedig a konzolidációs központban egyesíteni kell, emiatt pedig szükség van áruforgalmi zsilipre is, hogy ott szét tudják szedni az egységeket az üzletek szerint.

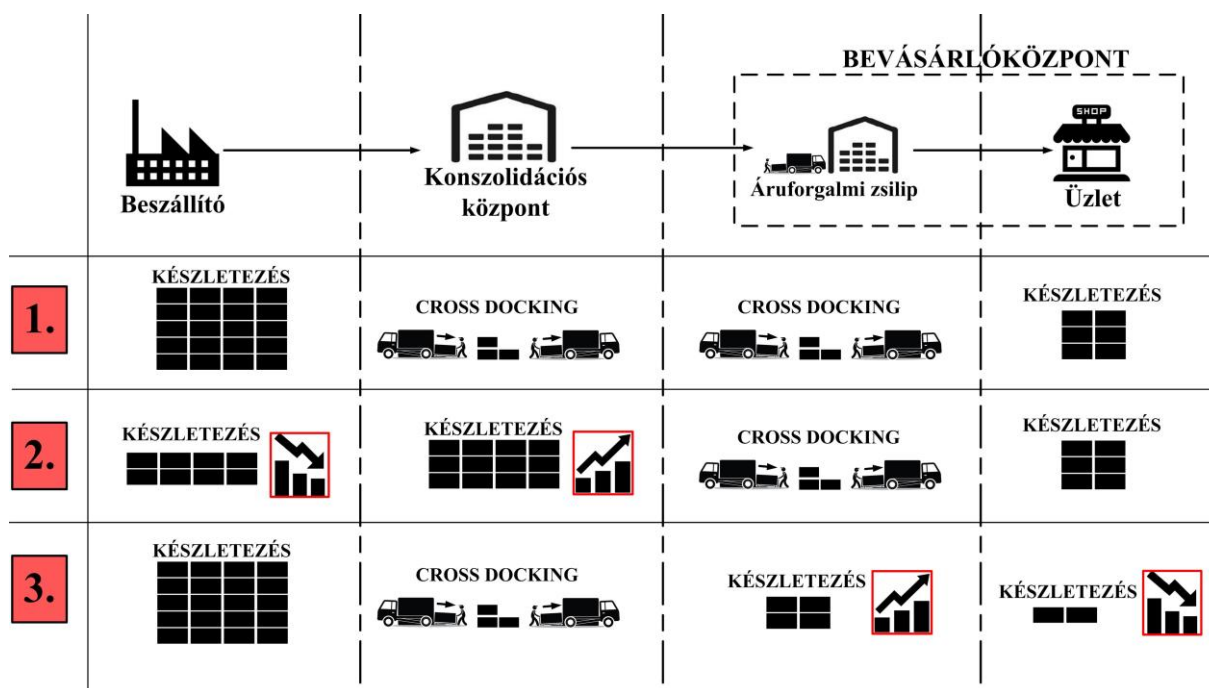
Abban az esetben, ha városon kívül található a konzolidációs központ, a városon kívülről érkező szállításokat kell konzolidálni, a városon belülről induló beszállításokat ezekhez kell hozzáilleszteni a bevásárlóközpontok áruforgalmi zsilipjeiben. Városon belül található konzolidációs központ esetén nem kell különbséget tenni közöttük. Fontos kiemelni, hogy a városon belülről érkező árucikkek jelentős, jelenleg még nem ismert része eredetileg városon kívülről érkezik városon belüli telephelyekre (és nem városon belül gyártják), így ezen beszállítások átszervezésével ezek is szállíthatók lennének a konzolidációs központba. Másik üzletből érkező árukkal, azaz az üzletek közti szállításokkal a konzolidációs központtal kapcsolatban nem szükséges foglalkozni.

A konzolidációs központból és áruforgalmi zsilipből álló részrendszer lehetne egy zárt rendszer, amelyet egy city logisztikai szolgáltató kezel. Ehhez természetesen a kiszolgálási színvonal és a megbízhatóság megfelelő kell, hogy legyen. Egy ilyen city logisztikai rendszernek tudnia kell megfelelő kiszolgálási színvonalat szolgáltatnia, annak elérése érdekében, hogy pl. a törékeny/nagy értékű stb. áruk kezelése gond nélkül működjön.

Készletezési feladat átvállalása esetén nagyobb volumenek érkeznek a konszolidációs központba a beszállítóktól, több napos készlet fog keletkezni. Ekkor a beszállítások a készletezési ciklusidő szerint fognak érkezni.

Alapesetben a bevásárlóközpontok üzletei és a beszállítók készleteznek. Ehhez a rendszerhez cross docking (továbbiakban: CD) funkcióval illeszkedhet a konszolidációs központ és a bevásárlóközponti áruforgalmi zsilip is. Azonban a konszolidációs központ és akár a zsilip is a CD funkció helyett átvehetne készletezési funkciókat egy új rendszerben. Ekkor foglalkozni kell azzal, hogy mekkora területigénye van az árucikkeknek. Raklapos egységrakományból kevés fordul elő a bevásárlóközpontok üzletei esetén (mivel a kisebb volumenek a jellemzőek), így ezeknek nem nagy az összes helyigénye. A nagy mennyiségben előforduló dobozos egységrakományok esetén egy polcos tárolási rendszerrel lehetséges lenne a területigény csökkentése. A lehetséges készletezési megoldások a 3.5. ábrán láthatók.

Az áruforgalmi zsilip készletezési funkciója (3. eset a 3.5. ábrán) erősen megkérdőjelezhető, mivel nem áll rendelkezésre megfelelő terület, valamint megfelelő infrastruktúra telepítése nehezen lenne megvalósítható a bevásárlóközpontok beszállítói udvarainak jelenlegi kialakítása mellett, nagymértékű átépítésnek pedig nagy költségvonzata lenne. Továbbá megállapítható, hogy a bevásárlóközpontok üzletei megfelelő raktárkapacitással rendelkeznek [4].



3.5. ábra: Lehetséges készletezési megoldások a bevásárlóközpontok áruellátási rendszerében

A lehetséges megoldások 1., illetve 2. számmal vannak jelölve a rajzon. Az 1. megoldás esetén nem vállal át a konszolidációs központ készletezési funkciót, ekkor az üzletek és a beszállítók készletei nem változnak. A 2. megoldás esetén a konszolidációs központ fog készletezni, ekkor a beszállító készletei csökkennek. A modellben a 2. megoldást fogjuk vizsgálni, azért, hogy meg tudjuk állapítani, milyen előnyökkel jár a jelenlegi helyzethez képest.

Fontos kiemelni, hogy mind a konszolidációs központ, mind az áruforgalmi zsilip rendelkezik munkaerő, anyagmozgató gép és eszközigénnyel is, így ezeket sem lehet költségoldalról elhanyagolni.

3.4.3 Áruszállító járművek

Áruszállító járművek esetében két reális alternatíváról beszélhetünk: környezetbarát közúti járművek használata vagy a villamoshálózat igénybevétele. Cargo-hajók alkalmazása kevésbé lehetséges, több bevásárlóközpont is messze található a vízi utaktól, cargo-kerékpárokat pedig nagyobb mértékben lehetne üzletek közötti szállítások, valamint házhozszállítások esetén alkalmazni a jellemző tétel nagyság miatt. Mindkét esetben legfontosabb szükséges paraméterek a kapacitás (tömeg, térfogat és darab egységrakomány), az energiaszükséglet/fogyasztás és a maximális megengedett sebesség.

Közúti jármű esetén érdemes egy standard méretet meghatározni, így pedig egységjárművel végezhetjük a számításokat.

Közúti vasúti (villamos) járműszerelvény esetén egyszerre nagy mennyiségű áru szállításáról beszélhetünk. Ebben az esetben érdemes lehet akár vasúti szerelvényekben is gondolkodni, így több különböző számú kocsival is elindulhatnak a járatok. Szükséges ehhez egy maximális kocsiszám meghatározása, amennyi a vontató teherbírásából határozható meg. A vontatójármű Budapest esetében lehetne az úgynevezett Muki [9] (ld. 3.6. ábra), amelyet jelenleg is használnak teherszállításra a városi villamoshálózaton (belső üzemi szállítások során). Ezek a kocsik rendelkezhetnek akár univerzális konténerfelépítménnyel, amit közút esetében is alkalmazhatunk. Ekkor ebbe a felépítménybe rakodhatjuk az árut, az áruforgalmi zsilipben csak le kell emelni a teli konténert és felhelyezni az üres konténert. Ez a konténer lehetne rekeszes vagy polcos kialakítású is, így pedig a kisebb méretű szállítási egységek is elhelyezhetők lennének benne.



3.6. ábra: Muki teherszállító villamos Budapesten [10]

Áruszállító villamosok alkalmazása a city logisztikában nem lenne újdonság, pl. a zürichi hulladékszállításban is részt vesznek, vagy korábban a párizsi TramFret projekt [11], illetve az amszterdami CityCargo projekt [12] keretében (ld. a 3.7. ábrán).



3.7. ábra: Az amszterdami CityCargo látványterve [13]

Lehetséges akár egy hibrid rendszer alkalmazása is, ekkor egyes plázák kiszolgálása történhetne villamossal, többi pedig (pl. Campona, Csepel Plaza, melyek a villamoshálózaton nem érhetők el) csak közúton.

3.4.4 Közlekedési úthálózat

Az előző pontban bemutatott áruszállító járműveknek igénybe kell venni a közúti, valamint a városi villamos hálózatot. Ehhez feltételezni kell azt, hogy a city logisztikai rendszer járművei igénybe vehetik a közút-, illetve a villamoshálózatot is.

A számítások elvégzése során ismerni kell a plázák és a kiépítendő konszolidációs központ közötti útvonalra vonatkozó távolság- és időadatokat mindkét irányban, a közúti és a

villamoshálózaton is. Villamos esetében egy kiépítendő iparvágány hosszát is kell becsülni hozzá, továbbá feltételezni kell azt, hogy a teherszállító villamos beiktatható a menetrendbe.

3.4.5 Áru

A bevásárlóközpontok ellátási rendszerében jellemzően dobozos és raklapos egységgrakományokról van szó, ritkábban fordulnak elő egyéb (pl. konténer, zsák, rekesz) szállítási egységek. A szimulációs modellben egyelőre ezekkel az egységekkel fogunk számolni, azonban előfordulhat akár egységképzés is a konszolidáció során.

3.5 A szükséges bemeneti adatok összefoglalása

A szimulációs modell bemeneti adatait a 2. fejezetben bemutatott kutatás eredményei alapján állítottam össze. A három bevásárlóközpont vizsgálata alapján 327 üzlettel kapcsolatban állnak rendelkezésre adatok, ezek közül azonban csak azokat használhatjuk a modellben, melyek bizonyos feltételeknek megfelelnek. Azon üzletekkel, amelyek hiányosan töltötték ki a kérdőívet, nem tudunk foglalkozni. Ismernünk kell a modellhez a beszállítási gyakoriságot, a jellemző szállítási egységet, szállításonkénti darabszámát, a beszállítások időpontját egy adott napon belül, valamint azt, hogy az áru városon kívülről vagy belülről érkezik (ezzel is foglalkozni kell az összes megtett út és az ebből eredő fogyasztás kiszámítása során). Azon adatsorokat, amelyekben az ezekhez tartozó adatok hiányosak voltak, kiszűrtem, így összesen 178 üzlet beszállításait lehetséges megvizsgálni.

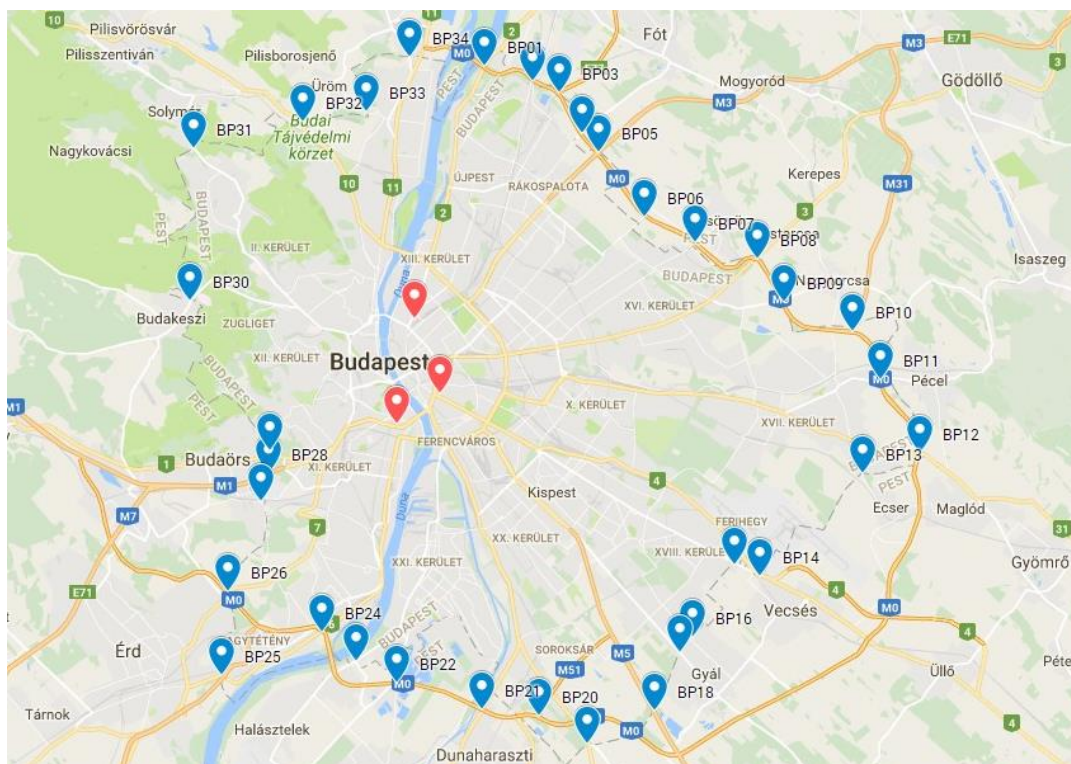
Az Allee vizsgálata során még kevesebb kérdésből állt a kérdőívünk, így néhány esetben (szállítási egységek tömege és térfogata) nem álltak rendelkezésünkre adatok. Ezeket a másik két bevásárlóközpont vizsgálatának eredményei alapján becsültem.

Az egyes vizsgált beszállításokhoz az alábbi bemeneti adatok tartoznak:

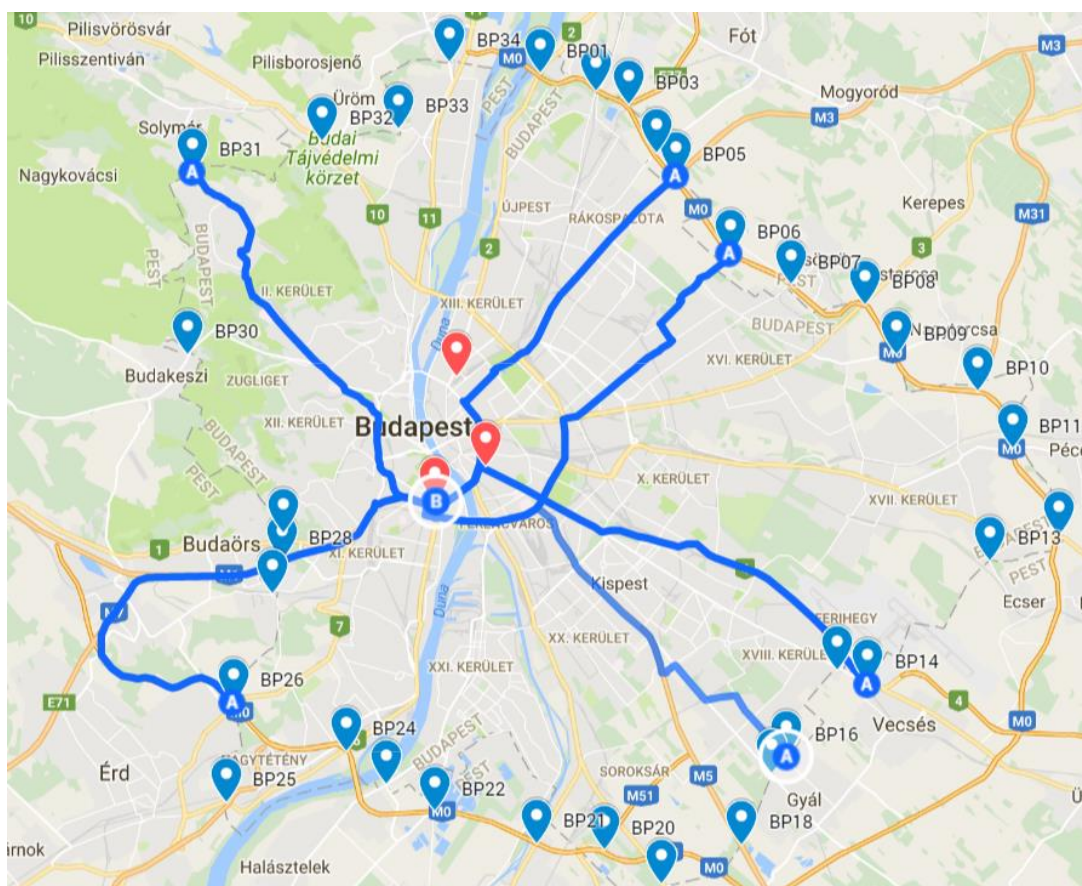
- **Bevásárlóközpont azonosítója:** megmutatja, hogy melyik bevásárlóközpontba érkezik az áru.
- **Beszállító kódja:** a beszállító azonosítására szolgál, esetünkben azt feltételezzük, hogy minden bolt külön beszállítóval rendelkezik, azonban ha a későbbiekben rendelkezésünkre fognak állni adatok az egyes beszállítókra vonatkozólag, akkor az egyazon beszállítótól érkező beszállítások összevonhatók lesznek egy beszállítássá, amely a konszolidációs központba

érkezik. Ehhez ismerni kell azt, hogy egy üzletbe az áru mekkora részét és milyen egységekben hozzák az egyes beszállítók.

- **Üzlet azonosítója:** megmutatja, hogy adott bevásárlóközponton belül melyik üzletbe érkezik az áru. Esetünkben fiktív üzletazonosítókkal tudunk dolgozni, mivel a három bevásárlóközpont vizsgálata során a válaszadás anonim módon történt.
- **Árucsoportok azonosítója:** lehetővé teszi az árucikkek árucsoportok szerinti csoportosítását, így egy üzlet annyiszor szerepelhet a táblázatban, ahány különböző árucsoportba tartozó árucikk érkezik oda. Esetünkben egy árucsoporttal dolgozunk, mivel nem állnak rendelkezésünkre adatok azzal kapcsolatban, hogy az árucikkek mekkora hányada tartozik az egyes árucsoportokhoz. Későbbi vizsgálat és ezen adatok rendelkezésre állása esetén azonban elvégezhető lesz az árucsoportok szerinti összevonás is.
- **Városon kívülről, illetve városon belülről érkező áru mennyisége, százalékos arányban.** Az arány alapján generálhatjuk, hogy adott szállítás városon belülről vagy kívülről érkezik. Itt a másik üzletből érkező árucikkeket nem vizsgáljuk, azonban a modell bővítése esetén lehetséges az üzletek közötti szállításoknak a vizsgálata is.
- **Városon belül megtett út:** az egyes áruszállítások mekkora része történik városi utakon. Minden esetben becsült érték, mivel nem rendelkezünk pontos adattal arról, hogy honnan érkezik az áru. Városon kívülről érkező szállítások esetén a bevásárlóközpontok városhatártól vett távolságának konfidenciaintervallumával becsüljük, városon belülről érkező szállításokat pedig ehhez az értékhez viszonyítjuk. A városhatártól vett távolság várható értékét és konfidenciaintervallumát a fő bekötő utak alapján határoztam meg, a 3.8. ábrán látható módon felvett pontokkal. Egy kijelölt bevásárlóközpont esetében az utak a 3.9. ábrán látható módon alakulnak.



3.8. ábra: A 3 bevásárlóközpont és a Budapest határán felvett pontok Google Maps-en



3.9. ábra: Városhatártól vett útvonalak egy bevásárlóközpont esetében Google Maps-en

- **Beszállítást végző jármű jellemző mérete:** ezt az összes üzemanyagfogyasztás meghatározásához kell figyelembe vennünk, ugyanis különböző méretű járműveknek más az üzemanyag fogyasztása. Ezen felül a méret alapján határozható el egymástól a személygépkocsi és a tehergépkocsik, ezek esetében pedig más a jellemzően használt üzemanyag.
- **Jellemző szállítási gyakoriságok.**
- **Jellemző szállítási egységek:** dobozos egységgrakomány szállításonkénti darabszáma, jellemző tömege (osztályközösen megadva), jellemző térfogata (jelenleg pontos adatokat ismerünk, de osztályközös megadás lehetőségével); raklapos egységgrakomány szállításonkénti darabszáma, jellemző tömege (osztályközösen megadva), jellemző térfogata (osztályközösen megadva). Egyéb szállítási egységek megnevezése, szállításonkénti darabszáma, jellemző tömege (osztályközösen megadva), jellemző térfogata (osztályközösen megadva).
- **Ciklusidő:** átlagosan hány naponta történik beszállítás az üzletbe a beszállítások számából számolva. Konszolidációs központot alkalmazó rendszer esetén egy másik ciklusidővel kell számolnunk, amelyet az eredeti ciklusidő alapján határozhatunk meg.
- **Hűtendő, romlandó áru mennyisége, ebből kiszámítva a nem hűtendő, nem romlandó áru mennyisége.** A szimulációs modellben alapesetben a hűtendő, romlandó árukat nem vizsgáljuk, mivel azok olyan speciális kezelést igényelnek, amit egy minimál koncepción alapuló city logisztikai rendszer nem feltétlenül tud teljesíteni. A modellben a továbbiak során feltételezzük, hogy a city logisztikai rendszer a törékeny, valamint nagy értékű áruk kezelésére alkalmas, megfelelő kiszolgálási szintet és megbízhatóságot képes nyújtani. A modell bemeneti adatait már a nem hűtendő, nem romlandó áruk adják.
- **Szállítási időszakok, szállítási időszakok kezdete és vége.** A több különböző jellemző szállítási időszakkal rendelkező üzletek esetében az időszakokat összevontam.

Néhány adat esetében becsléseket kellett végezni. A különböző becslésekhez kapcsolódó információk a 3.1. táblázatban találhatóak. A becsléseket az összegyűjtött (azaz a 3 bevásárlóközpont összes megvizsgált üzletére vonatkozó) információk alapján végeztem el.

Becsült adat megnevezése	Becslés	Magyarázat
Beszállításokat végző jármű mérete	1,5-3,5 t	Az esetek 49,1%-a esetén ez a méret fordult elő. Azon üzletek esetében, akik több különböző méretet is megadtak, a középső, illetve két méret esetén a nagyobb méretű járművet vettem figyelembe.
Dobozok tömege	1-5 kg; >5 kg	A többi esetben 49,7%, illetve 46,1% esetén ezek fordultak elő, így véletlengenerátor segítségével ezeket rendeltem hozzá a többi szállításhoz.
Dobozok térfogata	8,133 doboz/m ³ 0,123 m ³ /doboz	Ezt az adatot sok esetben nem adták meg. A becslést a többi adat várható értékének meghatározásával kaptam meg. A modellben osztályközös megadás is lehetséges.
Raklapos egységakománnyok tömege	100-500 kg	Az esetek 56%-ában ez fordult elő, továbbá ez a középső osztályköz.
Raklapos egységakománnyok térfogata	0,5...1 m ³	Szabványos befoglaló méretű EUR-raklappal, 0,5, illetve 1 m-es magassággal számolva, a kapott eredményt kerekítve kaptam a becslést (az osztályköz alsó és felső határát).
Egyéb szállítási egységek tömege	1-5 kg	Rekesz, láda, zsák stb. esetében a dobozok esetében legjellemzőbb tömeggel számoltam, mivel azok mérete dobozzal jobban közelíthető, mint raklapos egységakománnyokkal.
Egyéb szállítási egységek térfogata	0,25...0,75 m ³	A dobozok, valamint a raklapok jellemző térfogata közé eső méreteket véve kaptam meg az osztályköz alsó és felső határát. Itt figyelembe vettem, hogy egy zsák áru (jellemzően ruhaáru) térfogata egy jellemző méretű doboznál nagyobb, tömege azonban kisebb.
Hűtendő áru mennyisége az összes áruhoz viszonyítva	40,35%	Néhány esetben csak az az adat áll rendelkezésre, hogy előfordulnak hűtendő áruk. Ezek mennyiségét a többi esetben jellemző mennyiség várható értékével közelítettem.

3.1. táblázat: A becslésekhez tartozó információk összefoglalása

3.6 A bemeneti adatok statisztikai jellemzőinek összefoglalása

Az előbb leírtak szerint elkészítettem a modellhez tartozó bemeneti adattáblát, amely 178 üzlet a vizsgálat szempontjából legfontosabb jellemzőit tartalmazza. A statisztikai jellemzők kiszámításakor figyelembe vettem az előbbieken bemutatott becsléseket is.

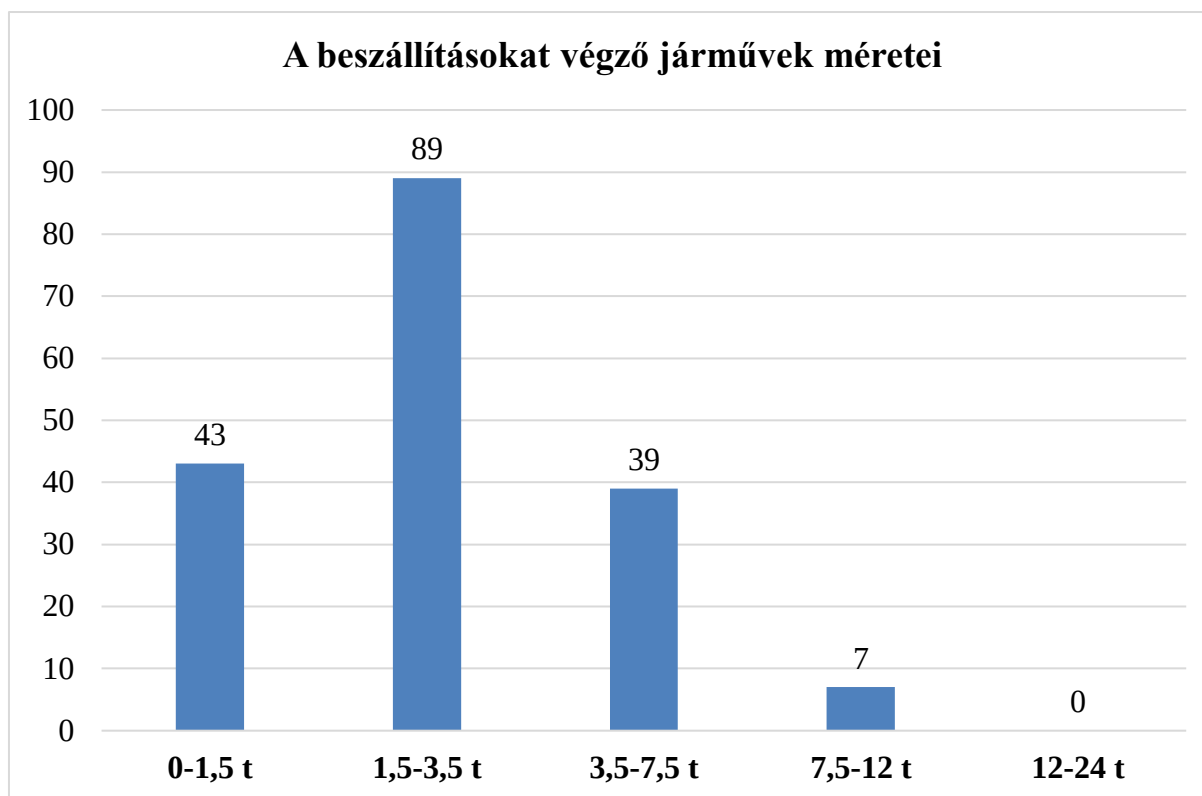
A modellben vizsgálandó üzletek esetében heti gyakoriságú szállítások a jellemzők. 143 üzlet esetében egy, 35 üzlet esetében pedig két jellemző szállítási gyakorisággal számolhatunk. Minden szállítást figyelembe véve összesen napi 123, heti 861, havi 3601 és évi 44780 szállítást jelent ez a 178 üzlet (megfelelően kerekítve az értékeket).

Az összes árumennyiség 47,61%-a érkezik városon kívülről, azaz ezeket lehet direkt jelleggel egy, a város határán található konszolidációs központ esetében vizsgálni. 50,51% érkezik városon belül található telephelyekről, ezeket azzal a feltétellel lehet integrálni, ha a konszolidáció a város határán belül történik meg (ld. 3.10. ábra). Nem szabad továbbá elsiklani afelett sem, hogy ennek a volumennek egy jelentős (jelenleg nem ismert) része valószínűleg a városon kívülről érkezik a város belső területére, ahol tárolják, majd innen szállítják be a bevásárlóközpontokba. Ezekben az esetekben az integráció direkt jelleggel megvalósítható, hiszen a konszolidációs központ ezt a funkciót teljes egészében át tudja venni. Az összes árú 1,88%-a másik üzletekből (üzletek közötti szállítások során) kerül az üzletekbe, ezekkel ennek a modellnek a keretein belül nem foglalkozunk.



3.10. ábra: Honnan érkezik az áru a vizsgált üzletekbe?

Az árucikkek az esetek 50%-ában 3,5 és 7,5 tonna közötti méretű kistehergépkocsiban érkeznek, 1,5 tonna alatti személygépkocsi 24,16%, 3,5 tonna feletti nagytehergépkocsi 25,84% esetén fordul elő (ld. 3.11. ábra). 12 tonna feletti méretű járműben nem szállítanak a válaszadó üzletek esetében.



3.11. ábra: A beszállításokat végző járművek méretei

A vizsgált üzleteknél 148 esetben fordul elő dobozos egységrakomány, 25 esetben raklapos, valamint 18 esetben egyéb. Konténeres szállítás nem fordul elő. Egy szállítás során átlagosan 14,6 db (a szórás 25,9 db) doboz érkezik az üzletekbe, melyek jellemzően 1-5 kg közötti méretűek. Térfogatuk 0,17 m³ átlagosan (a szórás 0,21 m³).

Egy szállítás során átlagosan 0,5 raklapos egységrakomány érkezik (a szórás 1,68 db raklap), jellemző tömegük 100-500 kg közötti (az esetek 84%-ában).

4 Fejlesztési lehetőségek vizsgálata

A továbbiakban egy olyan, általam fejlesztett mezoszkópikus szimulációs modell felépítését, részeit és alkalmazását mutatom be, amely alkalmas a bevásárlóközpontok áruellátásának vizsgálatára: modellezi egyfelől a jelenlegi helyzetet (a szimulációs modell validációja, valamint az összehasonlíthatóság megteremtése céljából), valamint vizsgálhatjuk vele azon eseteket is, amikor áruforgalmi zsilipet, illetve konszolidációs központot iktatunk a bevásárlóközpontokat ellátó logisztikai hálózatba. A modell Microsoft Excel használatával készült el.

4.1 *Peremfeltételek a modellben*

A modellben természetesen sok korlátozó tényezőt kell figyelembe venni, jól körül kell határolni, hogy milyen feltételek teljesülése esetén alkalmazható, valamint milyen megfontolásokból hanyagoltuk el a bevásárlóközpontok áruforgalmi rendszerének egyes részeit. A modellben a 4.3. fejezetben megfogalmazott szempontok szerint vizsgáljuk az áruszállításokat.

Feltételek, amelyeknek teljesülnie kell ahhoz, hogy a modell alkalmazható legyen:

- A közúti járművek használhatják szabadon a közúti pályát.
- A különböző egységgrakományok együtt szállíthatók a vizsgált árucsoporton belül, így minden esetben megvalósítható a konszolidáció.
- Minden áru készletezhető, a modellben a hűtendő és romlandó árukat nem vizsgáljuk. Ezeket abban az esetben vizsgálhatjuk, ha feltételezzük, hogy a járművek és a konszolidációs központ is alkalmas ezen áruk kezelésére.
- A közös szervezésű, konszolidációs központot igénybe vevő áruszállítási rendszerben a közúti járművek egységes méretűek, az összes igénybe vett jármű kapacitása megegyezik.
- Az áruforgalmi zsilip és a konszolidációs központ is megfelelő kapacitással rendelkezik a meghatározott árumennyiség tárolására.
- A beszállítók rendelkeznek akkora járműkapacitással (akkora járművel vagy egyszerre indítható, összesen megfelelő kapacitású járművekkel), amely alkalmas a több napnyi összevont áruvolumen szállítására is.
- Vannak olyan üzletek, melyeket terítőjáratokkal szolgálnak ki, azonban a feltáró vizsgálatunk azt mutatta, hogy ezek száma alacsony, valamint ezekről részletes

információ nem áll rendelkezésemre, így ezeket a beszállításokat is úgy tekintjük, mintha célfuvaros jelleggel működnének. Továbbá érdemes megjegyezni, hogy terítőjárat esetében is jelentkezik a beszállítás az összes megtett út és fogyasztás szempontjából.

- Az összes vizsgált üzlet részt vesz a konszolidációs központot alkalmazó city logisztikai rendszerben, nincs olyan üzlet, amely telephelyről közvetlenül a bevásárlóközpontba szállít. Azon üzletek adatait, melyek közösen szállítanak, a vizsgálat során együtt vettük fel, így pedig a modellben is egy üzletként kezeljük ezeket.
- A konszolidációs központ szolgáltató szerepet tölt be, jelenleg nem hajt végre irányítási feladatot a rendszerben. A beszállítások időpontja a beszállítótól függ (a konszolidációs központ csak annyit határoz meg, hogy az adott beszállító termékeiből mennyit, hány napi árumennyiséget készletez, és ez alapján meghatároz egy beszállítási ciklusidőt) a kiszállítások pedig (a konszolidációs központ aktuális készlete alapján) az üzletek igényeitől függenek. Az üzletek a konszolidációs központ készletéből rendelnek, amennyiben pedig a központ nem tudja az igényeiket kielégíteni, az az igény elvész. A konszolidációs központ ezen felül készletezési feladatot vesz át a beszállítóktól.
- A bevásárlóközpontokba eredetileg városon belülről érkező árukat (amelyek jelentős részét eredetileg városon kívülről hozzák az egyes üzletek telephelyeire, raktárakba, illetve nagykereskedésekbe) úgy tekintjük, hogy városon kívülről érkeznek. Így a városhatáron található konszolidációs központba minden áru városon kívülről érkezik, csak a kiszállítások megvalósításakor kapnak terhelést a városi utak (ekkor a város másik oldala felől érkező áruk Budapest esetében az M0-s körgyűrűt igénybe véve, városi utak használata nélkül juthatnak el a konszolidációs központba). Azaz úgy tekintjük, hogy az üzletek, üzletláncok városon belül található telephelyeinek (raktárjainak) szerepét átveszi a konszolidációs központ. Ebben az esetben a városon belül gyártott/előállított árucikkek mennyiségét elhanyagolhatónak tekintjük.
- A modell használatával csak a városhatártól vizsgálódunk, az azon kívüli áruszállítási folyamatokkal ez a modell nem foglalkozik, mivel ahhoz nem állnak rendelkezésünkre megfelelő adatok a beszállítók térbeli elhelyezkedésére vonatkozóan.

- A beszállításokat végző személygépkocsikat benzin, a kis- és nagytehergépkocsikat pedig gázolaj meghajtásúnak tekintjük, mivel a KSH adatai alapján 2014 végén az összes személygépkocsi 72,9%-a benzint, az összes tehergépkocsi 93,8%-a pedig gázolajt használt üzemanyagként [14].

Bevásárlóközpontok jelenlegi és lehetséges jövőbeni áruforgalmi rendszerének egyes részeinek elhanyagolása:

- Csak azokat a szállításokat vizsgáljuk (azon üzletek szállításai közül, melyekkel kapcsolatban rendelkezünk adatokkal), melyekre ismert a beszállítási gyakoriság, a szállítási időszak, a szállítási egységek típusai és méretei.
- Üzletek közötti szállítások mennyisége kicsi, és ezek ritkán fordulnak elő, így mezoszkópikus szinten nem érdemes foglalkozni velük.
- A jelenlegi helyzet esetében az áru bevásárlóközpontba való megérkezését vizsgáljuk.
- A lehetséges megoldások esetében az áru konszolidációs központba való megérkezésétől a bevásárlóközpontba való eljutásig vizsgáljuk az áruszállítást.
- Mivel nagy volumeneket vizsgálunk, ezért a konszolidált áruszállítást célfuvarokkal valósítjuk meg, gyűjtő- és terítőjáratokat jelenleg nem kezelünk. Ez azt jeleneti, hogy egy adott járat mindig egy adott bevásárlóközpontot szolgál ki célfuvaros jelleggel.

Jelenlegi vizsgálat esetén figyelembe vett korlátozások:

- Jelenleg az egyes üzletek beszállításait aggregáltan kezeljük. Ezt azért így vizsgáljuk, mivel nem állnak rendelkezésre megfelelő részletességű adatok a beszállítókkal kapcsolatban. A modellben azonban lehetséges input adatként boltonként több beszállító megadása is.
- Az összes árut egy modellezett árucsoportba soroltuk be, így az összes áru együtt kezelhetőnek minősül. Ezt azért így vizsgáljuk, mivel jelenleg nem állnak rendelkezésre adatok az árucsoportokkal kapcsolatban. A modellben azonban lehetséges input adatként boltonként több különböző árucsoport megadása is.
- A 18 budapesti bevásárlóközpontból csak 3-mal kapcsolatban állnak rendelkezésünkre adatok. A modellben azonban lehetséges az összes bevásárlóközpont együttes vizsgálata is.

4.2 *Beszállításgenerátor kialakítása*

A szimulációs modell egyik legfontosabb része a sztochasztikus beszállításgenerátor, amely elkészíti az input adatokból a beszállításokat, amelyek alapján vizsgáljuk a bevásárlóközpontok áruellátásának alakulását. A jelenlegi helyzet és a lehetséges vizsgált megoldások esetén is szükséges egy-egy beszállításgenerátort kialakítani. Elsőként a jelenlegi helyzet beszállításainak generátorát készítettem el, a lehetséges jövőbeni helyzethez pedig ezt a generátort vettem alapul.

A szimulációs modell 30 napos vizsgálati időszakban, órás bontásban dolgozik, és a sztochasztikus generátor állítja elő azt az adathalmazt, amely alapján eldönthető, hogy adott üzletbe az adott órában történik-e beszállítás. A generátor négy fő paraméter alapján dolgozik:

- A bolt időablaka: azt mondja meg, hogy a nap 24 órája közül mely órákban érkezhetsz beszállítás az adott üzletbe.
- Napi beszállítások maximális száma: a megadott beszállítások száma alapján számított érték, egy napra maximálisan ennyi beszállítást generálhat a generátor. Mivel a generátor csak óránként egy beszállítást tud generálni üzletenként (azaz input soronként, több különböző beszállító és árucsoport esetén egy üzlethez több sor is tartozhat), így ennek a számnak meghatározásakor ezt is figyelembe kell venni.
- Havi beszállítások maximális száma: a megadott beszállítások száma alapján számított érték, a 30 napos vizsgálati időszakban maximálisan ennyi beszállítást generálhat a generátor. Kiszámításakor a napi beszállítások maximális számát is figyelembe vettem.
- Valószínűségi paraméter (R): annak beállításához, hogy milyen eloszlás szerint generálja a generátor a beszállításokat.

Az előbbi paraméterek közül három esetében a konkrét mérésekből származó input adatokról beszélünk, egyedül a valószínűség beállításával kellett külön foglalkozni, hogy a valósághoz minél jobban igazodó helyzetet lehessen előállítani. Négy különböző esetet vizsgáltam meg, ezek az alábbiak:

- a) $R=0,5$: minden órában ugyanakkora, 50%-os a valószínűsége annak, hogy lesz beszállítás.
- b) $R=1/(T_{\text{időablak}})$: az időablak reciproka adja a valószínűséget, azaz minden órában egyenlő, de az időablak hosszától függő valószínűségű a beszállítás.

- c) $R = \min(N_{\text{MAX(napi)}}/T_{\text{időablak}}; 1)$: az időablak reciprokát a napi beszállítások maximális számával szorozzuk be (azaz minél több beszállítást kell generálni, annál nagyobb valószínűséggel dolgozik a generátor), a valószínűség értékét pedig maximalizáljuk 1-ben, azaz nem lehet 100%-osnál nagyobb valószínűsége a beszállításoknak.
- d) $R = \max(0,5; \min(N_{\text{MAX(napi)}}/T_{\text{időablak}}; 1))$: az előbbi és az $R=0,5$ eset összevonása, azaz a valószínűség 0,5 vagy annál nagyobb, ha $\min(N_{\text{MAX(napi)}}/T_{\text{időablak}}; 1) > 1$.

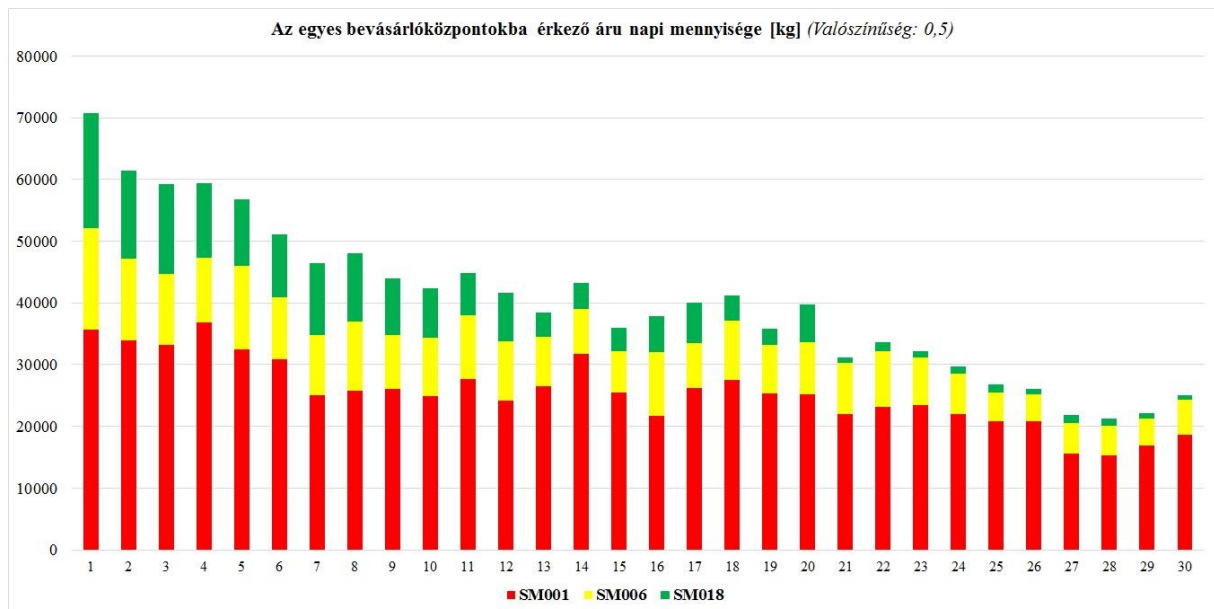
Az 4.1. táblázatban látható módon 10-10 kísérlet alapján vizsgáltam a 4 esetet, az összes eltérés és a százalékos eltérés (az input adatokból számított beszállítások számához viszonyítva) alapján kerestem a legjobb esetet. A legkisebb eltérést értelemszerűen az $R=1$, illetve $R \rightarrow 1$ esetek adnák, azonban ezek esetében az összes beszállítást a legkorábbi időpontokba generálná a modell, így pedig a beszállítások eloszlása nem lenne véletlenszerű és a valóságot nem közelítené megfelelően.

Kísérletek	Összes eltérés				Százalékos eltérés			
	a)	b)	c)	d)	a)	b)	c)	d)
1	123	1293	302	23	3,4%	36,20%	8,50%	0,6%
2	102	1326	294	36	2,9%	37,10%	8,20%	1,0%
3	107	1347	320	32	3,0%	37,7%	9,0%	0,9%
4	124	1316	341	32	3,5%	36,8%	9,5%	0,9%
5	113	1277	311	36	3,2%	35,8%	8,7%	1,0%
6	120	1259	321	21	3,4%	35,2%	9,0%	0,6%
7	108	1293	333	30	3,0%	36,2%	9,3%	0,8%
8	97	1306	278	39	2,7%	36,6%	7,8%	1,1%
9	108	1293	297	26	3,0%	36,2%	8,3%	0,7%
10	118	1342	360	36	3,3%	37,6%	10,1%	1,0%
Átlagosan	112	1305,2	315,7	31,1	3,14%	36,54%	8,84%	0,86%

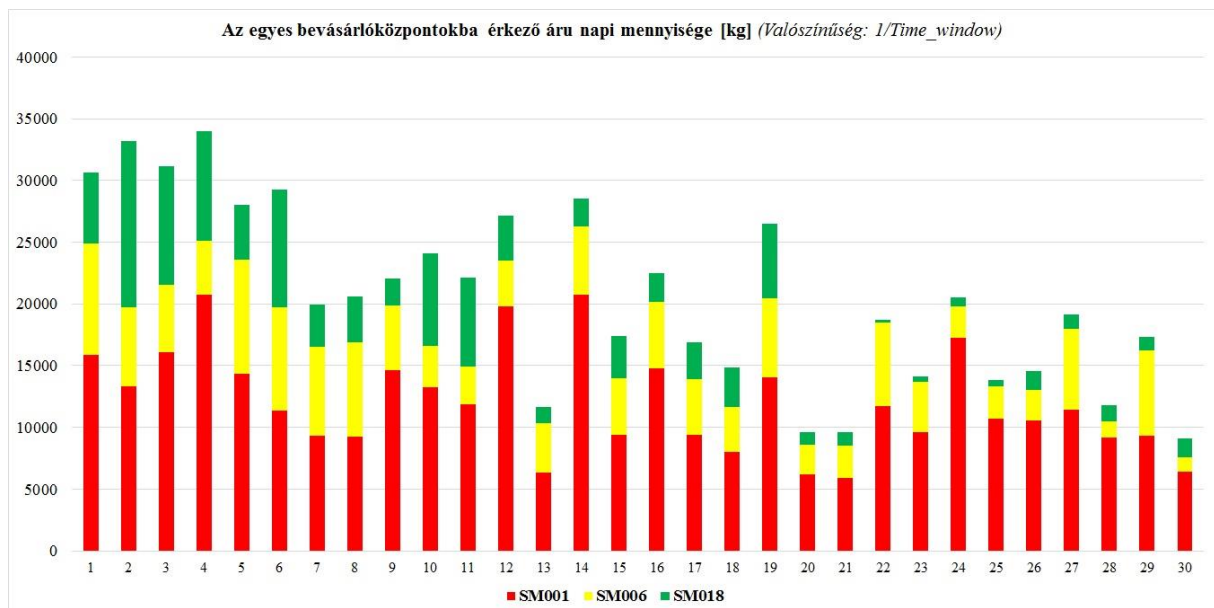
4.1. táblázat: Az összes eltérés és a százalékos eltérés négy különböző R paraméter esetén

Látható, hogy a legjobb eredményt a d) esetben kapjuk, azaz $R = \max(0,5; \min(N_{\text{MAX(napi)}}/T_{\text{időablak}}; 1))$ esetén, ekkor átlagosan 1% alatti az eltérés, azaz a valóságot közel 99%-ban közelíti a modell.

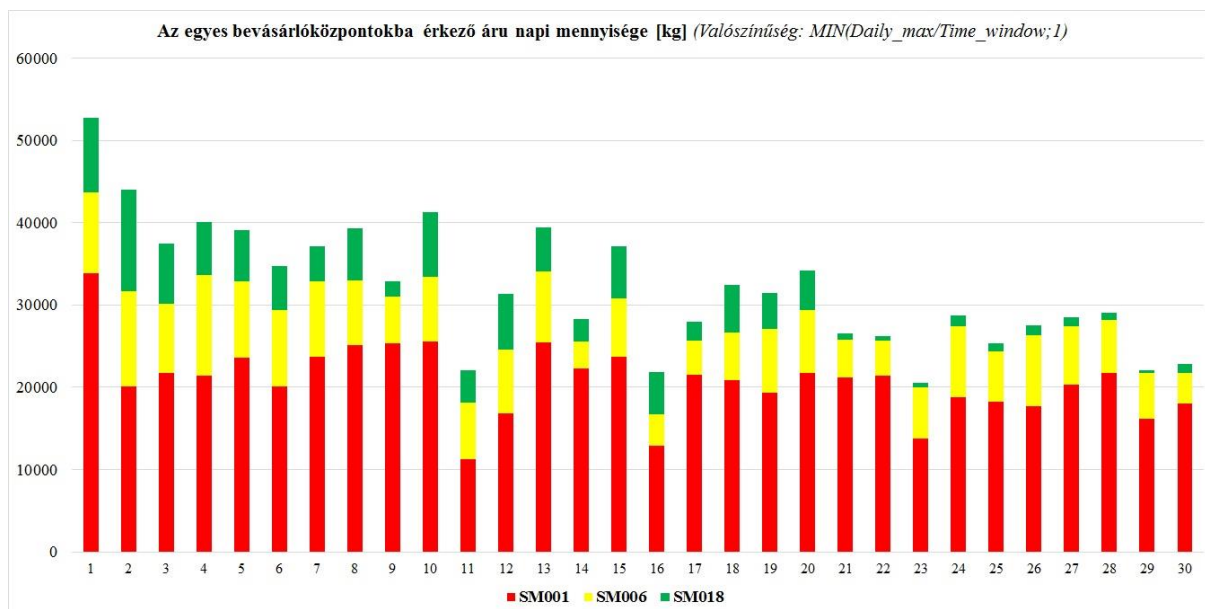
Másik szempont, amiből vizsgáltam a négy különböző valószínűséget, az adott hónapon belüli beszállítások eloszlása. A négy esetben az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi, kg-ban kifejezett mennyisége a 4.1-4.4. ábrákon látható.



4.1. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=0,5$ esetén

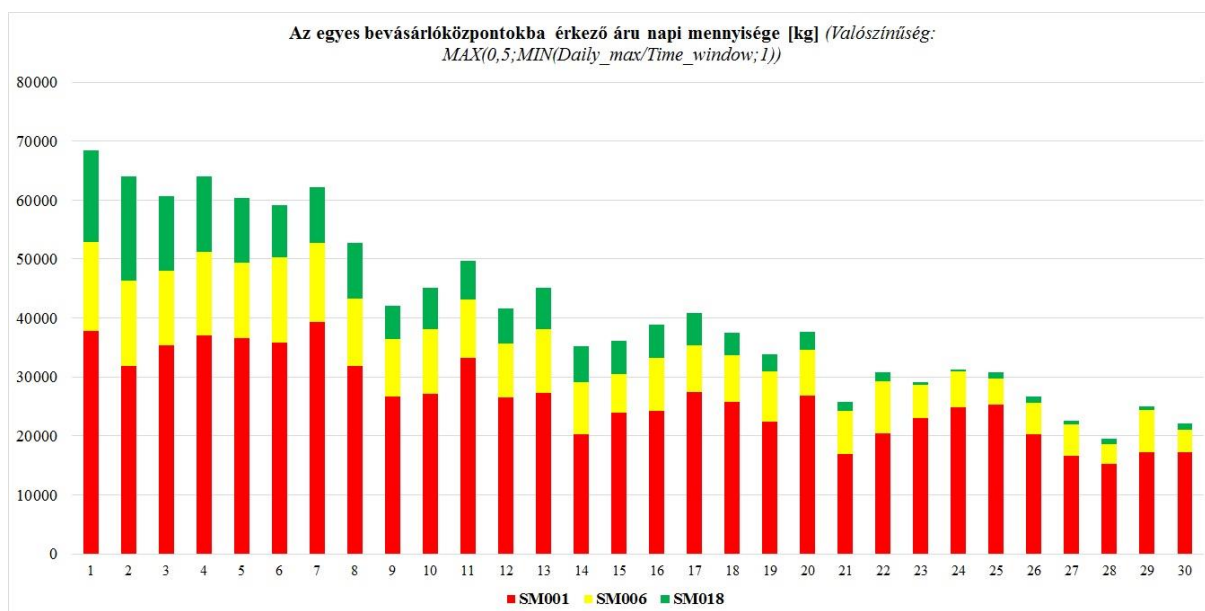


4.2. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=1/(T_{időablak})$ esetén



4.3. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége,

$R = \text{MIN}(\text{N}_{\text{MAX}}(\text{napi})/\text{T}_{\text{időablak}}; 1)$ esetén



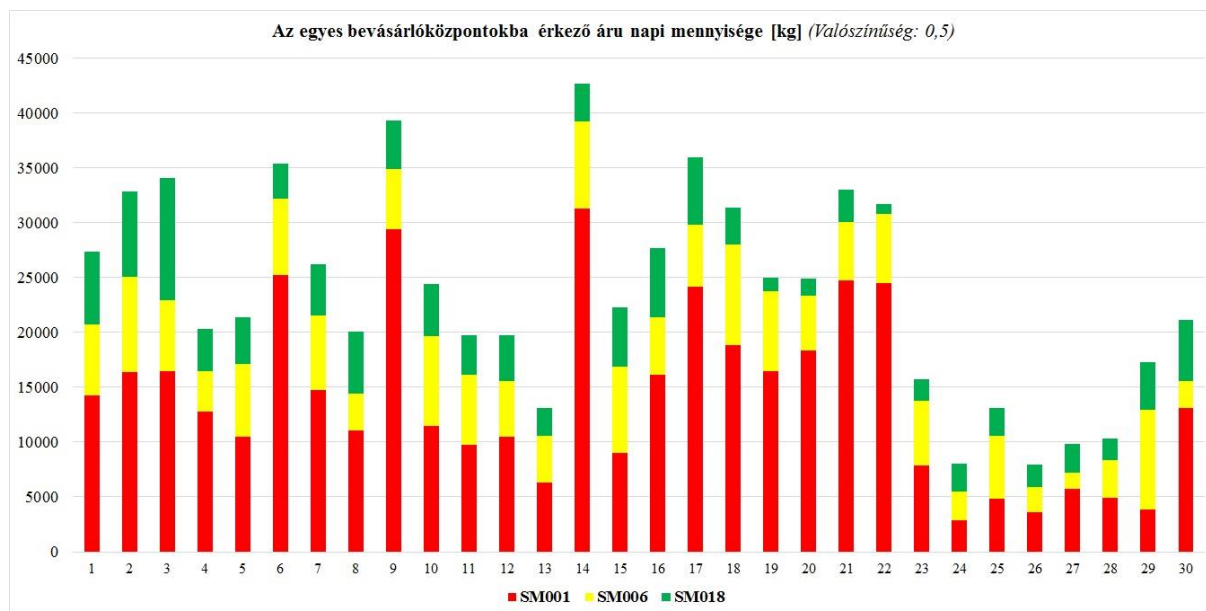
4.4. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R = \text{MAX}(0, 5;$

$\text{MIN}(\text{N}_{\text{MAX}}(\text{napi})/\text{T}_{\text{időablak}}; 1))$ esetén

Látható, hogy mind a négy esetben a hónap végére elfogy az áru, az eloszlás nem egyenletes. Emiatt szükséges volt a generátort egy másik funkcióval is kibővíteni, ami azt dönti el, hogy az adott boltba adott napon történik-e beszállítás. Ebben az esetben a napi és havi beszállítások számából képeztem egy paramétert, ami a havi szállítási napok számát modellezi. Ha havi 30-nál kevesebb szállítás történik, a havi beszállítások száma megegyezik a szállítási

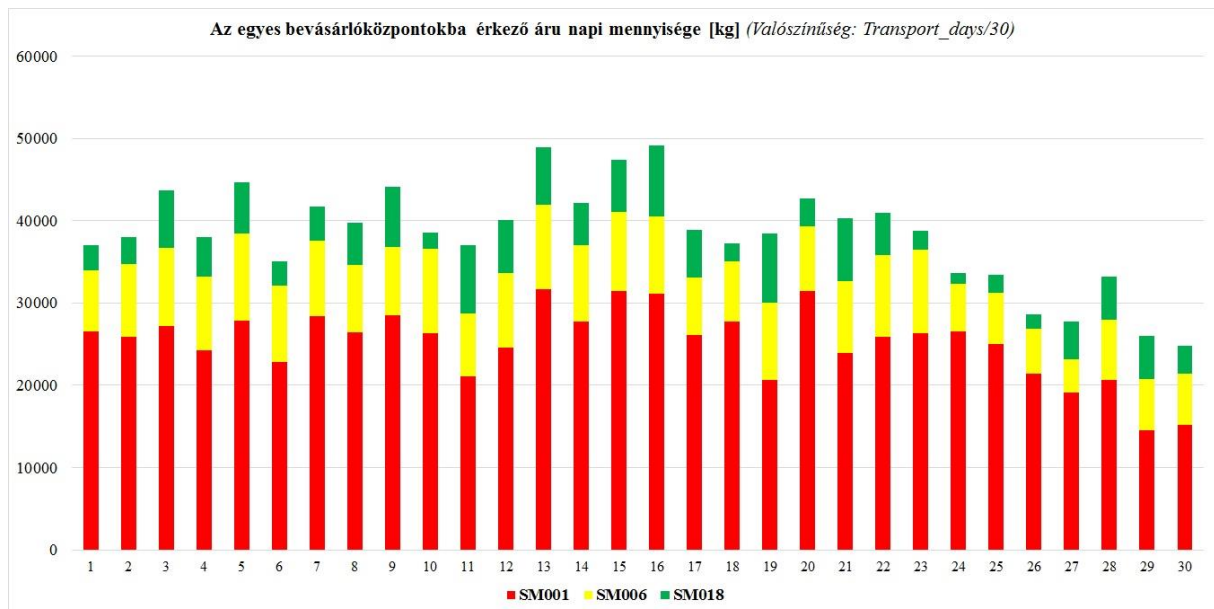
napok számával (azaz feltételezzük, hogy ekkor minden szállítás különböző napokon történik), 30-nál több havi szállítás esetén pedig a havi beszállítási napok száma 30.

A beszállításokat két különböző valószínűséggel generáltam ebben az esetben. $r=0,5$ esetén az összes eltérés nagy lett, az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru kg-ban kifejezett mennyisége pedig a 4.5. ábrán látható módon alakult, azaz közel egyenletes lett az eloszlás.



4.5. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=\text{MAX}(0,5; \text{MIN}(N_{\text{MAX}(\text{napi})/T_{\text{időablak}}; 1))$ és $r=0,5$ esetén

A másik esetben $r=N_{\text{szállítási_nap}}/30$, azaz a havi beszállítási napok számának és a havi napok számának hányadosával számoltam, ekkor az összes eltérés kicsi lett, az eloszlás pedig még jobban közelíti a valóságot, a 4.6. ábrán látható módon.



4.6. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R = \text{MAX}(0,5; \text{MIN}(N_{\text{MAX}}(\text{napi})/T_{\text{időablak}}; 1))$ és $r = N_{\text{szállítási_nap}}/30$ esetén

A konszolidációs központ beszállítást előállító generátor kialakítása esetében hasonlóan jártam el. A beszállítási napok számának meghatározása során az összes havi beszállítás alapján számol a modell, az óránkénti beszállítások esetén pedig $R=0,25$ -ös valószínűséggel.

4.3 A modell alkotóelemeinek bemutatása

A modell két fő egységre bontható fel: a jelenlegi helyzetet modellező egységre, valamint egy konszolidációs központot alkalmazó alternatív megoldást modellező egységre. A szimulációs modellben mindkét esetben 30 napos vizsgálati időszakkal dolgoztam, napi, illetve órás bontásban.

A jelenlegi helyzet szimulációs modellje az alábbi feladatokat valósítja meg:

- Beszállítási napok generálása: a 4.2. fejezetben bemutatott módon a beszállítási napokat generálja az input adatok alapján. A beszállítási napok számát a havi összes beszállítás számából határozza meg.
- Beszállítások generálása: a 4.2. fejezetben bemutatott módon a beszállításokat generálja a napi és havi maximális számú beszállítások alapján (a 4.7. ábrán látható módon). A beszállítások az üzletek időablakai szerint érkehetnek, illetve minden órában egy üzletbe maximálisan egy beszállítás érkezik.

- Városban megtett út generálása: a kiindulási pontok alapján generálja a beszállításokkor a városban megtett utat. Ehhez input adatként a városon kívülről érkező szállítások esetén a bevásárlóközpontok városhatártól vett távolságának 90%-os konfidenciaintervalluma szolgál, azon belül generál egy távolságot a modell. Városon belülről érkező szállítások esetén ehhez az intervallumhoz viszonyítunk.
- Szállítási teljesítmény kiszámítása: kiszámítja a napi összes szállítási teljesítményt árutonna-km-ben.
- Üzemanyagfogyasztás kiszámítása: kiszámítja az összes üzemanyagfogyasztást (a városban megtett út során), a szállítójármű jellemző mérete (input adat) és a városban megtett út alapján. A fogyasztási paramétereket a különböző méretű járművekhez a NAV által megadott fogyasztási normák alapján vettem fel [15].
- Káros anyag kibocsátás kiszámítása: kiszámítja az összes üzemanyag fogyasztás alapján a napi káros anyag kibocsátást. A fajlagos értékek, melyek alapján a modell a számítást végzi, az 4.2. táblázatban láthatók (természetesen ezek is változtatható paraméterek). Ezek az átlagos értékek 3,5 tonna feletti méretű járműre vonatkoznak, azaz a 0-12 tonna közötti mérettartomány közepére eső méretű járművekre, így jól közelítik esetünkben a kibocsátási értékeket.

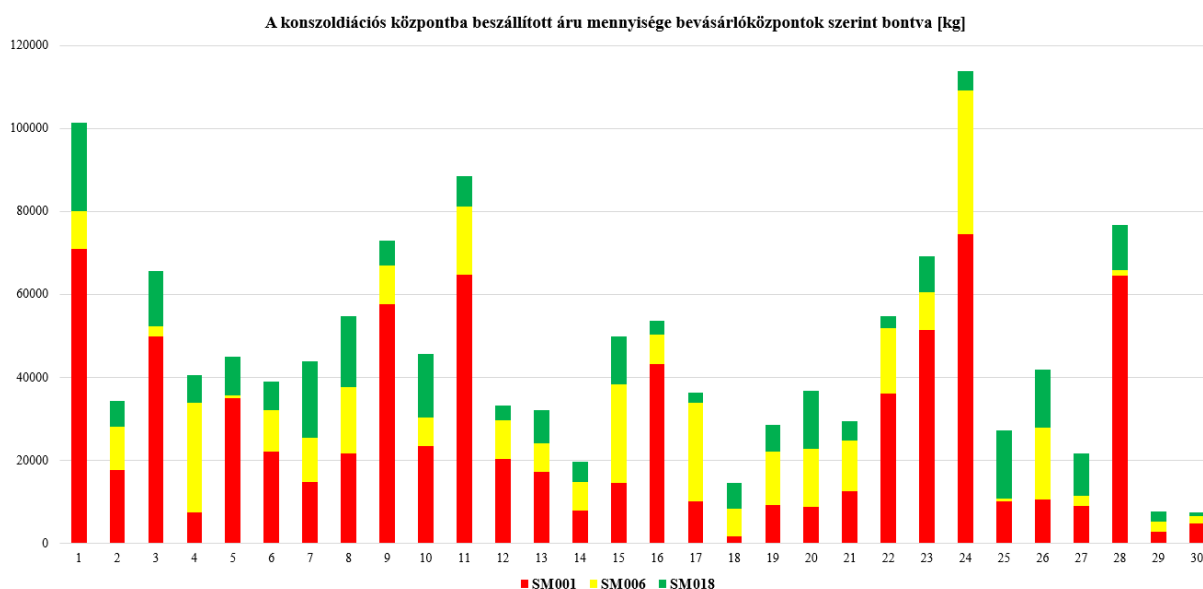
Kibocsájtott káros anyag megnevezése	Átlagos emisszió benzin esetén [g/km]	Átlagos emisszió gázolaj esetén [g/km]
VOC (illékony szerves vegyület)	0,986	0,278
THC (Tetrahidrokannabinol)	1,016	0,281
CO	8,159	1,436
NO _x	1,811	5,352
PM _{2,5}	0,027	0,126
PM ₁₀	0,032	0,136

4.2. táblázat: Káros anyag kibocsájtás fajlagos mennyisége benzin, illetve gázolaj meghajtás esetén [16]

A szimulációs modell másik egysége alkalmas alternatív megoldások vizsgálatára. Esetünkben egy olyan, közúti járműveket használó logisztikai rendszerről van szó, amelyben egy konszolidációs központot iktatunk a beszállítók és a bevásárlóközpontok közé. Ebben az esetben a konszolidációs központ egy olyan infrastruktúrát biztosít, amelybe a beszállító beszállíthatja a készletét, továbbá amellyel az üzletek megrendelése alapján adott napra

kiszállítja az igényelt mennyiséget. A beszállítók a konszolidációs központba a készletezési ciklusidő által meghatározott gyakorisággal szállíthatnak. A szimulációs modell az alábbi feladatokat valósítja meg:

- Beszállítási napok generálása: a beszállítási napokat aszerint generálja a modell, hogy a megadott ciklusidő alapján egy hónapban összesen hányszor kell szállítani a vizsgált üzletnek. A beszállítók a beállított készletezési ciklusidő alapján ritkábban, de nagyobb mennyiségeket szállítanak be a konszolidációs központba, amely átveszi a készletezési feladatok egy részét a beszállítóktól.
- Beszállítások generálása: a konszolidációs központ időablaka (esetünkben 0-24, azaz bármikor lehet beszállítani a központba) és a modell az összes havi beszállítás alapján órára pontosan generálja a beszállításokat.
- Beszállított árutömeg generálása: a generált beszállítások és az input tömegadatok alapján árutömegeket generál a ciklusidő szerint összevont beszállításokhoz.
- Napi beszállított árutömegek kiszámítása: a generált árutömegek alapján napok szerint mutatja meg az üzletenként beszállított árutömegeket. A beszállítások ekkor a 4.9. ábrán látható módon alakulnak (egy adott kísérlet során), azaz egyszerre általában nagyobb mennyiségek érkeznek.

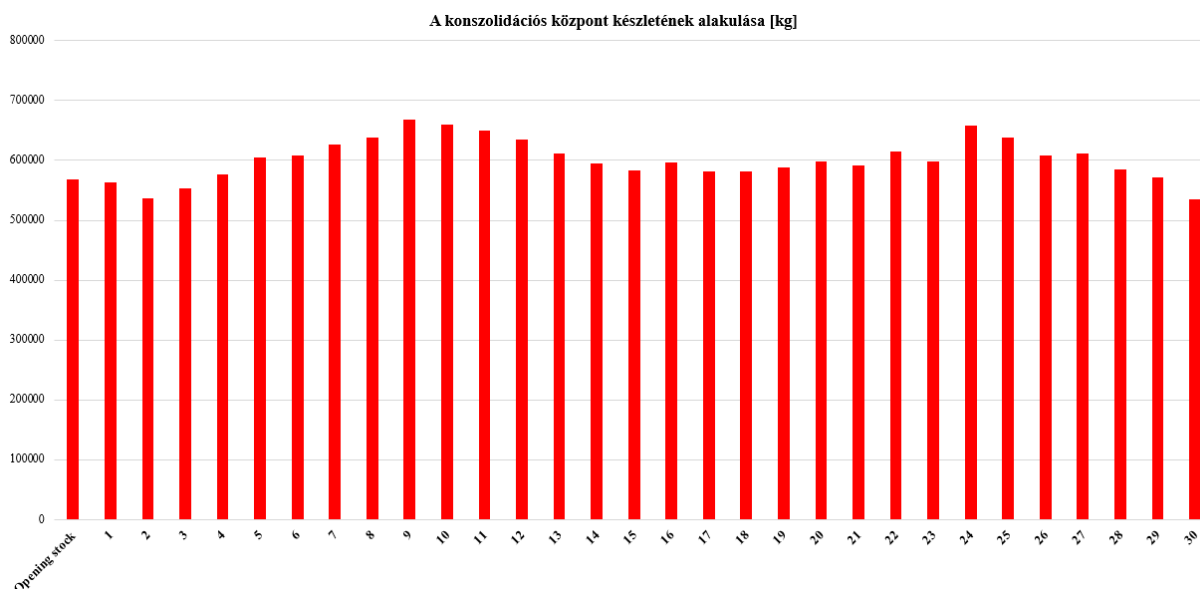


4.9. ábra: A konszolidációs központba beszállított áru mennyiségének alakulása egy adott kísérlet során

- Beszállított árutérfogatok generálása: a beszállításokhoz generált tömegek és az input térfogatadatok alapján, a generált árutömegekkel arányosan generál árutérfogatokat a ciklusidő szerint összevont beszállításokhoz.
- Napi beszállított árutérfogatok kiszámítása: a generált árutérfogatok alapján napok szerint mutatja meg az üzletenként beszállított árutérfogatokat.
- Napi kiszállítások generálása: a havi maximális beszállítások száma alapján üzletenként generálja azt, hogy adott üzletbe mely napokon történnek a kiszállítások a konszolidációs központból. Feltétel, hogy amennyiben kevesebb, mint hét napon van beszállítás az üzletbe, akkor csak minden második nap történhet kiszállítás, ennek köszönhetően adott hónapon belül a valóságot jobban közelítő eloszlást kapunk.
- Kiszállítási árutömegek generálása: a tömeg input adatok alapján a napi kiszállításhoz árutömegeket generál, megadja, hogy egy-egy kiszállítás során az üzletek mekkora mennyiségű árut igényelnek.
- Készlet alakulása tömegben kifejezve: megmutatja, hogy hogyan alakul a konszolidációs központ készlete üzletek szerinti bontásban (ld. 4.10. ábra). A biztonsági készletet a ciklusidő szerint az egy ciklus során kiszállítandó áru mennyisége vagy ennek az áru mennyiségének a fele adja. A készlet tömegben kifejezve (egy adott kísérlet során) a 4.11. ábrán látható módon alakul.

Transport informations				Daily stock of CC [kg]																									
Mall ID	Supplier ID	Shop ID	SKU ID	Safety Stock	Opening stock	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
SM001	SUP0058	SH0058	SKU001	45	153	179	186	180	167	157	179	175	166	160	150	142	139	147	138	125	121	138	130	136	157	168	164		
SM001	SUP0059	SH0059	SKU001	30	90	120	112	111	141	138	144	147	138	124	109	131	131	121	135	130	115	115	128	133	133	144	144		
SM001	SUP0060	SH0060	SKU001	162	486	719	731	752	707	789	933	897	846	824	788	746	708	802	790	770	796	752	774	766	735	873	873		
SM001	SUP0061	SH0061	SKU001	200	600	770	682	738	879	879	825	825	765	737	799	725	810	810	885	922	832	862	1009	1009	1009	1009	1009		
SM001	SUP0062	SH0062	SKU001	800	1600	2132	2020	1774	1544	1408	1140	1518	1371	1132	1570	1994	2443	2569	2580	2423	2044	1690	1525	1401	1736	1411	1410		
SM001	SUP0063	SH0063	SKU001	3000	3000	6000	8003	5621	7931	7931	10395	12369	14210	14210	16292	16292	16292	16958	16958	16958	16958	16958	16958	16958	16958	16958	16958		
SM001	SUP0064	SH0064	SKU001	15300	15300	28132	25697	22265	20135	14886	13606	9954	17125	15017	22669	18887	15590	11153	8824	6287	4133	[REDACTED]				8203	12354	961	
SM001	SUP0065	SH0065	SKU001	250	750	1126	1126	1334	1237	1237	1237	1296	1469	1469	1700	1884	1722	1722	1722	1722	1722	1722	1722	1722	1722	1722	1722		
SM001	SUP0066	SH0066	SKU001	6480	6480	16203	14584	13230	18350	21361	21693	19874	22636	21321	19988	19346	19817	19241	18242	17382	15906	19930	16699	15136	18586	2208	2208		
SM001	SUP0067	SH0067	SKU001	100	600	758	758	758	758	758	758	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568	568		
SM001	SUP0068	SH0068	SKU001	6000	6000	14329	15063	13021	14963	13513	12668	10948	8964	11201	14651	14651	15010	14070	19969	19969	17937	[REDACTED]				16207	20089	1716	
SM001	SUP0069	SH0069	SKU001	40	240	233	233	272	272	289	289	294	294	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326	326		
SM001	SUP0070	SH0070	SKU001	20	60	92	92	92	92	89	89	99	116	116	126	116	107	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97		
SM006	SUP0071	SH0071	SKU001	15000	15000	39929	36920	32263	31218	26980	32991	37013	32476	27740	24156	22482	20132	15951	14295	12956	11787	[REDACTED]				40882	37292	352	
SM006	SUP0072	SH0072	SKU001	3000	3000	8132	10555	12291	12291	12291	12291	12291	12291	12291	13352	13482	13482	13482	13111	12882	13625	13061	13061	13061	12451	11121	1068		
SM006	SUP0073	SH0073	SKU001	7210	7210	11510	14245	11190	13702	10807	14403	17355	15101	12779	10696	7984	5208	2932	96	7169	11145	15331	12507	15230	13056	1737	1737		
SM006	SUP0074	SH0074	SKU001	6000	6000	14804	16516	14787	13276	17682	16029	19345	21200	25167	23235	22681	26426	24583	25562	25801	30442	28756	27192	26582	25430	24967	24967		
SM006	SUP0075	SH0075	SKU001	1620	1620	3111	3002	2811	3123	2845	2589	2401	2696	2260	2060	1865	1446	1285	1102	1920	1778	1388	2610	2115	2712	3921	3921		
SM006	SUP0076	SH0076	SKU001	19200	19200	36230	32958	25558	25558	25558	25558	30655	30655	30655	30655	42938	42938	42938	32108	32108	33235	33235	32563	18743	18743	33434	3444		
SM006	SUP0077	SH0077	SKU001	900	1800	2700	3329	3329	3329	3329	3740	3740	3985	3100	3100	2484	2484	2158	2158	2158	1352	1620	1620	1620	1620	1620	202		
SM006	SUP0078	SH0078	SKU001	1000	2000	2069	2069	2069	2069	1206	1206	1206	1206	1854	2293	2230	2230	2639	2639	2639	2639	2639	2639	2639	2639	2639	264		
SM006	SUP0079	SH0079	SKU001	140	420	542	501	457	392	421	511	464	429	454	496	476	435	413	357	416	507	480	566	519	634	584	584		
SM006	SUP0080	SH0080	SKU001	2000	2000	4000	2388	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094		
SM006	SUP0081	SH0081	SKU001	200	1200	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175	1175		
SM006	SUP0082	SH0082	SKU001	90	270	421	364	386	362	349	419	491	480	452	495	483	472	446	498	498	498	498	498	498	498	498	498		
SM006	SUP0083	SH0083	SKU001	570	1140	1618	1429	1240	1087	953	780	717	528	362	475	335	767	972	811	698	954	1155	1048	974	1195	1023	1023		
SM006	SUP0084	SH0084	SKU001	40	120	189	189	189	222	206	224	237	252	247	243	243	243	227	219	219	213	236	270	262	262	249	249		
SM006	SUP0085	SH0085	SKU001	2000	2000	3426	4514	4514	4110	4586	5289	5289	4592	4308	3643	3345	3345	3758	3758	3758	3758	3758	3758	3758	3758	3758	3758		
SM006	SUP0086	SH0086	SKU001	1	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		
SM006	SUP0087	SH0087	SKU001	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		
SM006	SUP0088	SH0088	SKU001	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50		
SM006	SUP0089	SH0089	SKU001	1498	1738	1892	1867	1842	1789	1852	1985	2075	2271	2523	2483	2442	2365	2278	2200	2104	200	200	200	200	200	200	200		

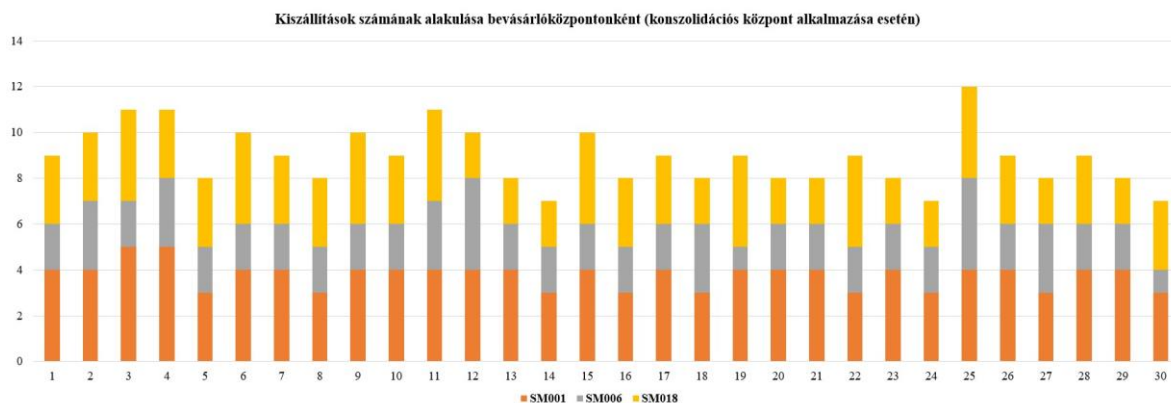
4.10. ábra: A készletek alakulását kiszámító munkalap a szimulációs modellben



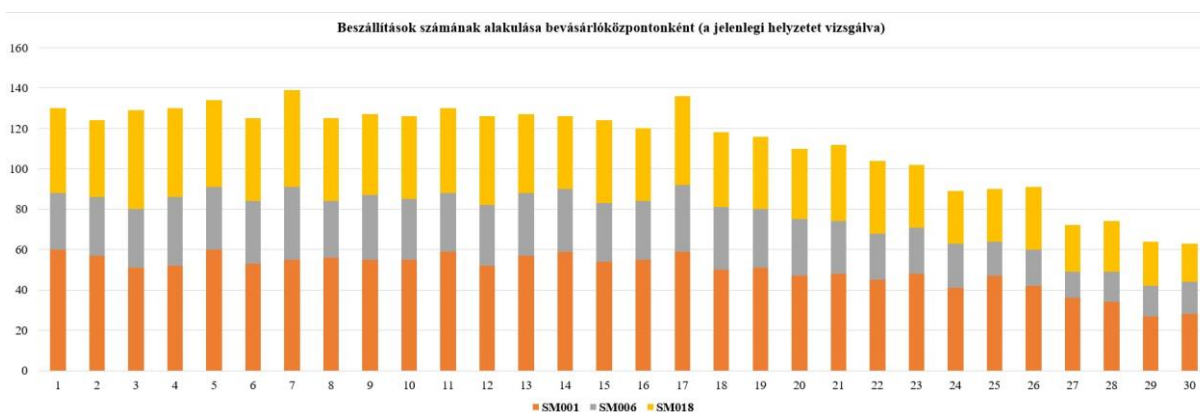
4.11. ábra: A konszolidációs központ készletének alakulása kg-ban kifejezve egy adott kísérlet során

- Valós kiszállítási árutömegek meghatározása: a készlet alapján meghatározza a valós kiszállításokat tömegben kifejezve, azaz, ha nem áll rendelkezésre akkora készlet, mint amennyit az üzlet igényel, csak a rendelkezésre álló készlet szerinti mennyiséget szállítja ki a konszolidációs központ.
- Kiszállítási árutérfogatok generálása: a kiszállítási árutömegek alapján kiszámítja (az input adatok szerint arányosan) a kiszállítási árutérfogatokat.
- Készlet alakulása térfogatban kifejezve: megmutatja, hogy hogyan alakul a konszolidációs központ készlete üzletek szerinti bontásban. A biztonsági készletet a ciklusidő szerint az egy ciklus során kiszállítandó áru mennyisége vagy ennek az áru mennyiségének a fele adja.
- Valós kiszállítási árutérfogatok meghatározása: a készlet alapján meghatározza a valós kiszállításokat térfogatban kifejezve.
- Napi konszolidált kiszállítások számának meghatározása: kiszámítja a valós kiszállítási árutömeg, illetve árutérfogat és a szállítójármű kapacitása alapján (figyelembe véve azt, hogy az egyes árucsoportokat külön kell szállítani), hogy bevásárlóközpontonként és árucsoportonként egy napon hány konszolidált kiszállításra van szükség. Egy kísérlet során a kiszállítások száma a 4.12. ábra szerint alakul. A jelenlegi helyzet modellezése során az egyes bevásárlóközpontokba történő beszállítások egy kísérlet során a 4.13. ábra szerint alakultak. Fontos kiemelni, hogy egy járattal egy bevásárlóközpontot

szolgálunk ki célfuvaros rendszerben. A jelenlegi vizsgálat során a kiszállítást végző közúti jármű kapacitását a 12 t-ás tehergépkocsik teherbírása és a 20 lábas konténer raktérfogata alapján becsültem, azonban ez is egy változtatható paraméterként szerepel a modellben.

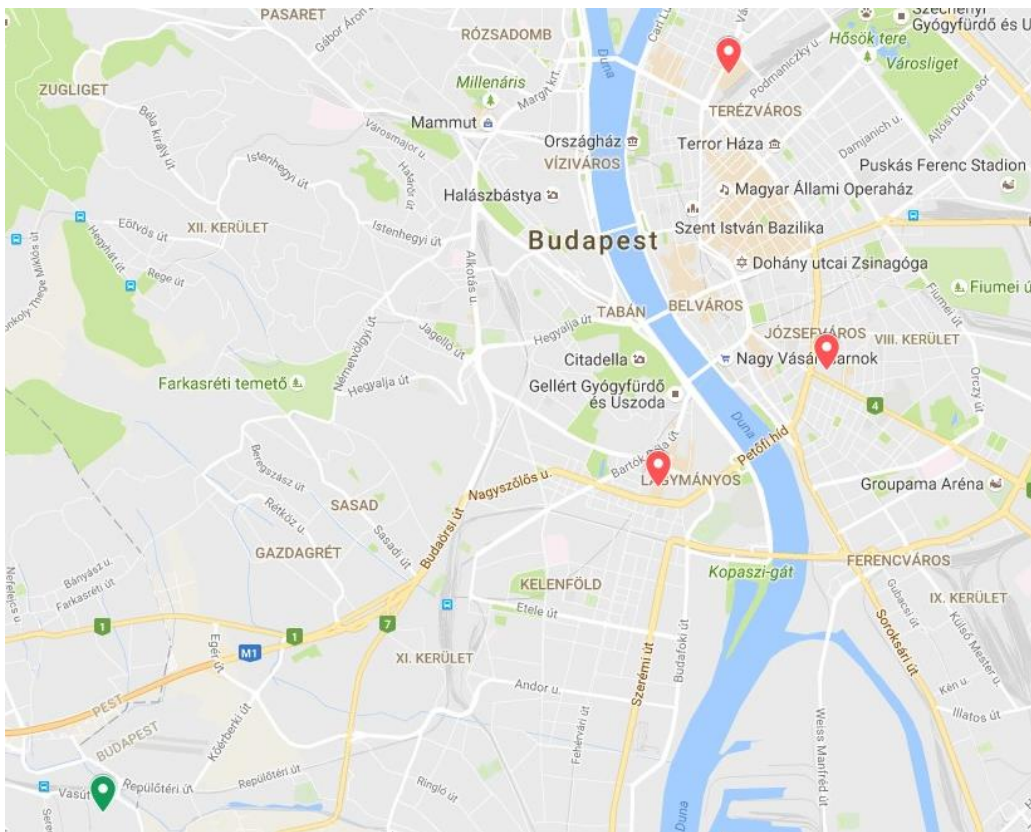


4.12. ábra: Kiszállítások számának alakulása bevásárlóközpontként (konszolidációs központ alkalmazása esetén) egy adott kísérlet során



4.13. ábra: Beszállítások számának alakulása bevásárlóközpontként a jelenlegi helyzet vizsgálata esetén, egy adott kísérlet során

- Városban megtett út meghatározása: kiszámítja, hogy az előbbi pont szerint meghatározott számú beszállítás összesen hány km megtett utat jelent a városban. A távolságok felvételéhez a vizsgálat során a konszolidációs központot a 4.14. ábrán látható helyre (zölddel jelölve, a vizsgált bevásárlóközpontok pedig pirossal jelölve), Budapest határában, a Kamaraerdőbe vettem fel. Fő szempont a megközelíthetőség és a rendelkezésre álló terület volt a helyszín kijelölésekor. Más hely esetén az input adatok módosításával természetesen ugyanúgy alkalmazható a szimulációs modell.



4.14. ábra: A konszolidációs központ elhelyezkedése a vizsgálatunk során

- Szállítási teljesítmény kiszámítása: kiszámítja a napi összes szállítási teljesítményt árutonna-km-ben.
- Üzemanyagfogyasztás meghatározása: a megtett út alapján kiszámítja az üzemanyagfogyasztást.
- Káros anyag kibocsátás kiszámítása: kiszámítja az összes üzemanyagfogyasztás alapján a napi káros anyag kibocsátást.

4.4 *A modell kimeneti paramétereit*

A szimulációs modell az alábbi kimeneti paraméterekkel rendelkezik:

- Összes, a bevásárlóközpontba beszállított árutömeg (tonnában és köbméterben kifejezve, a 30 napos vizsgálati időszakra vonatkoztatva) a jelenlegi helyzet és a konszolidációs központot alkalmazó logisztikai rendszer vizsgálata során. A két modellezett érték nem egyezik meg teljesen, mivel a generátorok felépítése a két modell esetében eltérő, azonban fontos látni, hogy a kettő közötti eltérés nem nagy.

- Összes szállítási teljesítmény (árutonna-km-ben kifejezve, a 30 napos időszakra vonatkoztatva) a jelenlegi helyzet és a konszolidációs központot alkalmazó rendszer vizsgálata során.
- Összes városban megtett út (km-ben kifejezve, a 30 napos időszakra vonatkoztatva) a jelenlegi helyzet és a konszolidációs központot alkalmazó rendszer vizsgálata során.
- Beszállítások száma bevásárlóközpontonként és összesítve (a 30 napos időszakra vonatkoztatva), a jelenlegi helyzet és a konszolidációs központot alkalmazó rendszer vizsgálata során.
- A járművek összes fogyasztása a városban megtett út során (a 30 napos időszakra vonatkoztatva), a jelenlegi helyzet és a konszolidációs központot alkalmazó rendszer vizsgálata során.
- Az összes károsanyag-kibocsátás (a 30 napos időszakra vonatkoztatva), a jelenlegi helyzet és a konszolidációs központot alkalmazó rendszer vizsgálata során.
- A konszolidációs központ készletére vonatkozó jellemzők: átlagkészlet, forgási sebesség és fordulatszám (a 30 napos időszakra vonatkoztatva, tömegben és térfogatban kifejezve).

A kísérlettervezést ezekre a paraméterekre vonatkoztatva hajtottam végre.

4.5 *A szimulációs vizsgálatok végrehajtása*

A szimuláció végrehajtásának első lépése a kísérlettervezés volt. Ezt húsz kísérlet alapján hajtottam végre, 95%-os megbízhatóság és 10%-os megengedett hiba mellett, az (1) képlet alapján. Az (1) képletben „ N_i ” az „ i .” vizsgált kimeneti paraméter esetén szükséges kísérletek száma, „ $t_{\alpha/2,DF}$ ” a Student-eloszlás inverzének értéke „ DF ” szabadságfok („ n ” kísérlet esetén $DF=n-1$ azaz esetünkben 19) és „ α ” szignifikancia szint mellett („ R ” megbízhatóság mellett $\alpha/2=1-R$, azaz esetünkben 0,05), „ $D(x_i)$ ” az „ i .” paraméter szórása „ n ” kísérlet alapján, „ ε ” a megengedett hiba, „ $M(x_i)$ ” pedig az „ i .” paraméter várható értéke „ n ” kísérlet alapján.

$$N_i = \left(\frac{t_{\alpha/2,DF} \cdot D(x_i)}{\varepsilon \cdot M(x_i)} \right)^2 \quad (1)$$

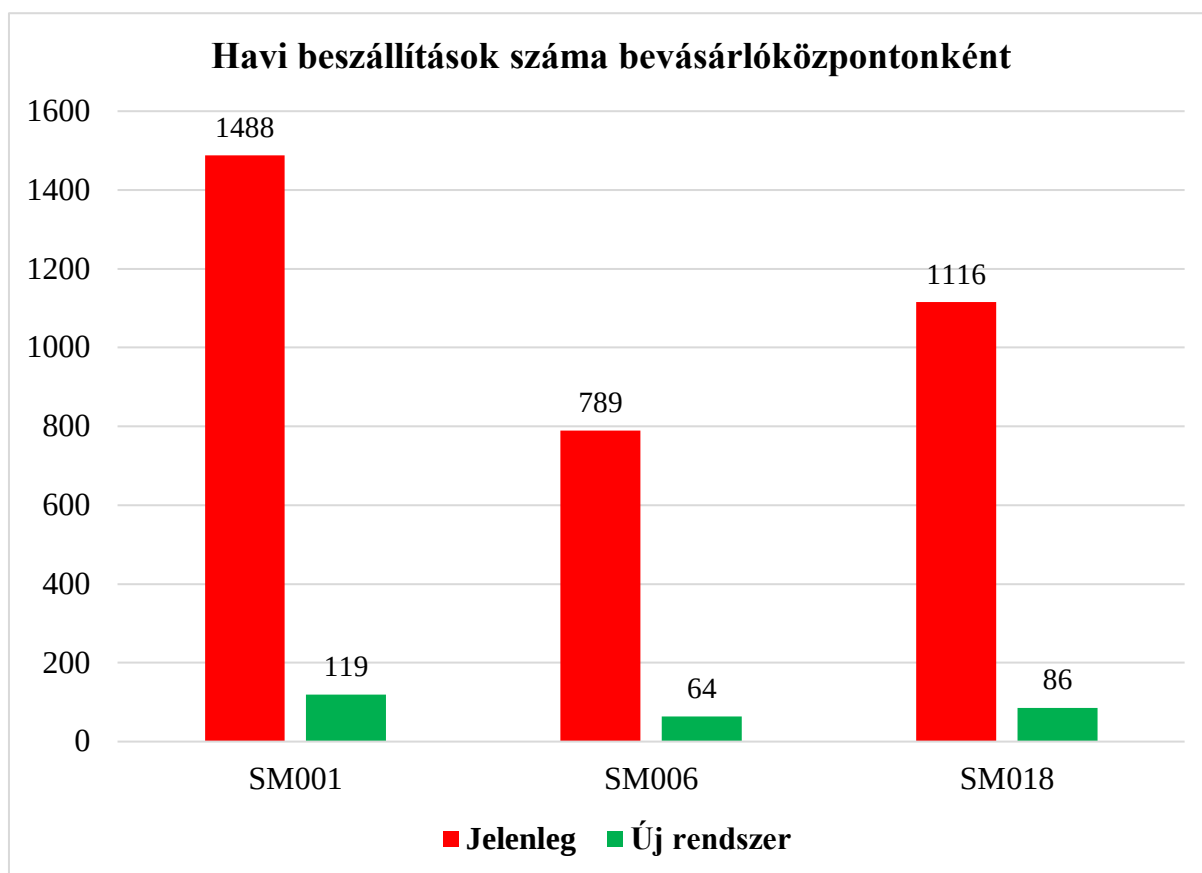
Az elvégzett húsz kísérlet ezek alapján minden esetben elegendőnek bizonyult a vizsgált indikátorok értékének becslésére. A következő fejezetben bemutatom az elvégzett kísérletek alapján kapott eredményeket.

4.6 *A kapott eredmények bemutatása*

Az elvégzett szimulációs vizsgálatok alapján összehasonlíthatóvá vált a jelenlegi helyzet egy olyan city logisztikai rendszerrel, amely konszolidációs központot és áruforgalmi zsilipeket használ.

Elsőként a beszállított árutömeget hasonlítom össze, mivel az mutatja meg azt, hogy a két generátor milyen mértékben tér el egymástól. A jelenlegi helyzet vizsgálata során az egy hónapban beszállított árutömeg várható értéke 1353,4 t (szórás 25,4 t), az alternatív megoldás esetében pedig 1382,8 t (szórás 43,6 t). Ez naponta 45,1 t, illetve 46,1 t beszállított árut jelent, azaz a két generátor közötti eltérés mindösszesen 2,13%. Bevásárlóközpontként bontva ez az eltérés 2,51%, 0,43%, illetve 4% (minden esetben kevesebb, mint 5%), azaz a két eset a generált beszállított tömegekből kiindulva jól összehasonlítható.

A beszállítások számának várható értéke (bevásárlóközpontok szerinti bontásban) a 4.15. ábrán látható módon alakul. A jelenlegi helyzetben a havi összes beszállítás várható értéke 3393 (a szórás 17,95), a másik vizsgált esetben pedig havi 269 (a szórás 7,12), azaz a szükséges beszállítások száma 92,07%-kal csökken. Átszámítva naponta átlagosan 114, illetve 9 beszállításra van szükség a két esetben a vizsgált 178 üzlet ellátására.

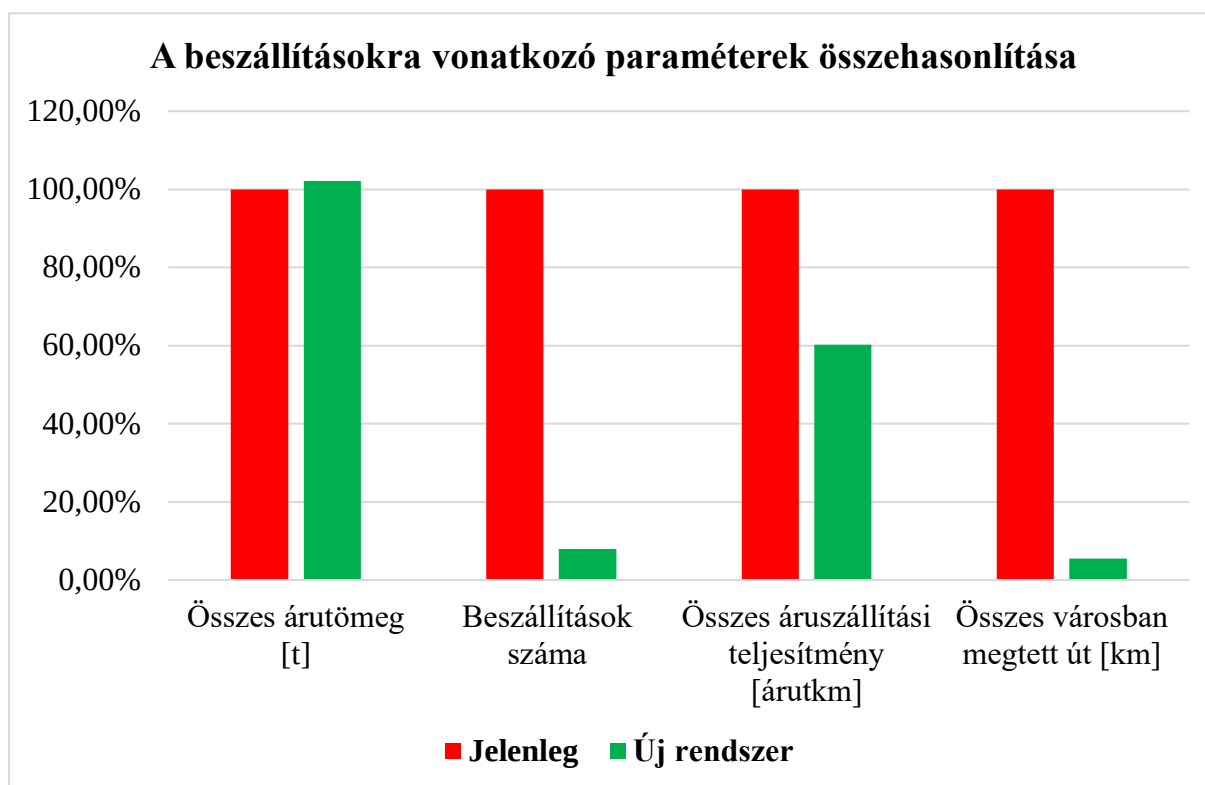


4.15. ábra: Havi beszállítások számának várható értéke bevásárlóközpontonként a jelenlegi rendszerben és a vizsgált új rendszerben

A szállítási teljesítmény várható értéke a jelenlegi rendszerben az egy hónapos időszak során 23655,88 árutonna-km (a szórás 1115,19 árutkm), a konszolidációs központot alkalmazó új rendszer esetében pedig ez az érték 14250,48 árutonna-km-re csökken (a szórás 457,21 árutkm), ez pedig 39,76%-os csökkenés. Bevásárlóközpont szerint bontva a csökkenés mértéke 50,97%, 36,06%, illetve 6,46%, azaz nem csak rendszerszinten, hanem a rendszer részeit külön vizsgálva is csökkent az összes szállítási teljesítmény.

Az összes, egy hónap alatt a városban megtett út (csak a beszállításokat vizsgálva) várható értéke a jelenlegi rendszerben 53810,2 km (a szórás 1550,92 km), az új rendszer esetében pedig 2928,7 km (a szórás 85,74 km). Ez azt mutatja, hogy az összes, a város határain belül megtett út mennyisége 94,56%-kal csökken, ennyivel kisebb terhelést kapnak az amúgy az áruszállítás által jelentős igénybevételnek kitett városi utak.

A 4.16. ábrán látható az előbbieken bemutatott jellemzők változása. Az ábrán 100%-nak tekintetem a jelenlegi helyzetet.



4.16. ábra: A beszállításokra vonatkozó paraméterek összehasonlítása

A jelenlegi rendszerben két különböző üzemanyag fogyasztását vizsgáltam: személygépkocsik esetében benzines meghajtással, tehergépkocsik esetében pedig gázolajjal. A rendszerszinten vett összes benzinfogyasztás várható értéke havi 628,41 liter (a szórás 42,84 l), az összes gázolajfogyasztás pedig havi 2863,98 liter (a szórás 86,27 l). Az új rendszer esetében az egységes áruszállító közúti jármű gázolajmeghajtású, az összes gázolajfogyasztás várható értéke ekkor havi 222,6 liter (a szórás 6,5 l). Ez forintban kifejezve (a 2016. novemberi árak alapján [17]) a jelenlegi rendszerben 1 211 580,71 Ft, az új rendszerben pedig mindössze 77 458,52 Ft, azaz az üzemanyagköltségek 93,61%-kal csökkennek (ez havi több, mint 1100000 Ft-ot jelent várhatóan a vizsgált 178 üzletre vonatkoztatva).

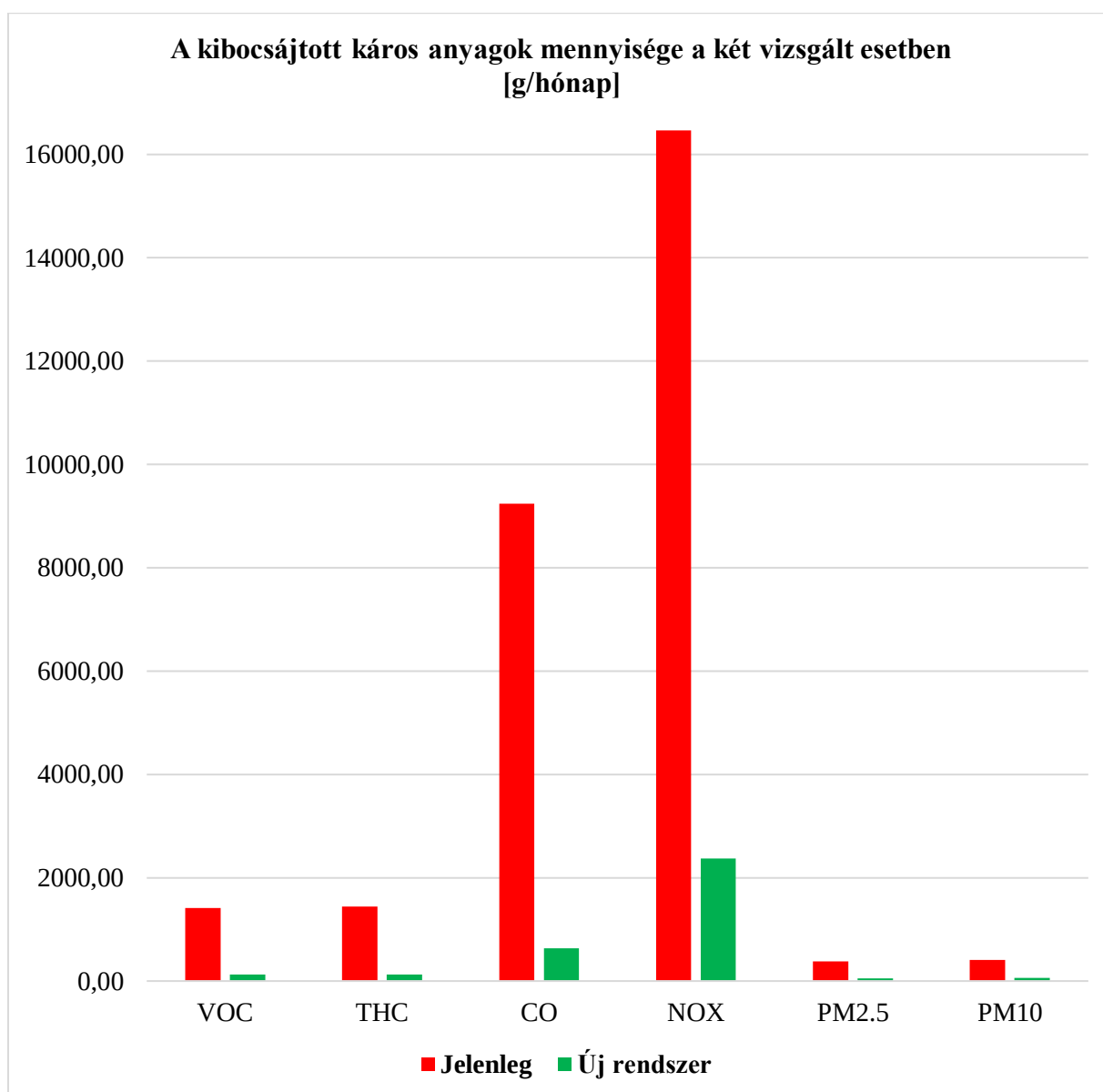
A kibocsátás várható értéke (zárójelben szerepel a szórás) ezek alapján a 4.3. táblázatban látható módon alakul.

Kibocsátott káros anyag megnevezése	Kibocsátott mennyiség a jelenlegi rendszerben [g/hónap]	Kibocsátott mennyiség a modellezett új rendszerben [g/hónap]
VOC (illékony szerves vegyület)	1414,81 g (49,54 g)	123,3 g (3,6 g)
THC (Tetrahidrokannabinol)	1444,62 g (50,85 g)	124,96 g (3,65 g)

CO	9239,82 g (376,4 g)	637,49 g (18,64 g)
NO _x	16465,95 g (471,87 g)	2375,89 g (69,46 g)
PM _{2,5}	376,67 g (10,95 g)	55,72 g (1,63 g)
PM ₁₀	409,66 g (11,88 g)	60,41 g (1,77 g)

4.3. táblázat: A káros anyag kibocsátás várható értéke a két vizsgált esetben

Így tehát a kibocsátás csökkenés az alábbi módon alakul: az illékony szerves vegyületek kibocsátása 91,28%-kal, a tetrahidrokannabinolé 91,35%-kal, a CO kibocsátás 93,1%-kal, az NO_x kibocsátás 85,57%-kal, a PM_{2,5}, illetve a PM₁₀ kibocsátása pedig 85,21, illetve 85,25%-kal csökken. A csökkenés az 4.17. ábrán látható módon alakul.



4.17. ábra: A kibocsátott káros anyagok mennyisége a két vizsgált esetben

Az utolsó vizsgált paraméterek az új rendszer esetén a konszolidációs központ készletének jellemzői voltak. A 30 napos időszakra vett átlagkészlet (a napi zárókészleteket vizsgálva) várható értéke tömegben kifejezve 600,2 t (a szórás 70,9 t), a konfidenciaintervallum 95%-os megbízhatósággal vett alsó határa 576 t, felső határa pedig 633,35 t. Az összes havi igény 1382,8 t (a szórás 43,6 t), a fordulatszám 2,3 (a szórás 0,3), a forgási sebesség pedig 13 nap (a szórás 1,6 nap). Térfogatban kifejezve az átlagkészlet várható értéke 3747,9 m³ (a szórás 198,7 m³), a konfidenciaintervallum alsó határa 3654,9 m³, felső határa 3840,9 m³. Az összes havi igény 7661,6 m³ (a szórás 204,8 m³), a fordulatszám 2 (a szórás 0,1), a forgási sebesség pedig 14,7 nap (a szórás 0,9 nap). Ezen adatok alapján már megbecsülhető az a volumen, melynek készletezését a konszolidációs központnak lehetővé kell tennie.

4.7 Következtetések

A kapott eredmények alapján kijelenthetjük, hogy azonos bemeneti adatokból kiindulva a modell használatával összehasonlítható a jelenlegi helyzet a konszolidációs központot alkalmazó rendszerrel, mivel a generált összes tömeg között kicsi az eltérés. A modell használatával ekkor kimutathatók a beszállítások számára, árumennyiségre, szállítási teljesítményre, városon belül megtett útra, ennek során fogyasztott üzemanyagmennyiségre, ebből keletkező káros anyag kibocsátásra, valamint az új rendszer esetén a konszolidációs központot alkalmazó rendszer készletére vonatkozó paraméterek.

A jelenlegi helyzetben 178 üzletre vonatkozó adatokból kiindulva, 20 kísérlet elvégzése után megállapíthatjuk, hogy új rendszer esetében a beszállítások száma több, mint 92%-kal csökkenne, a szállítási teljesítmény 39,76%-kal, az összes városban megtett út pedig 94,56%-kal. Az üzemanyagfelhasználás is jelentős mennyiségben csökkenne, az üzemanyagköltség forintban kifejezve 93,61%-kal, azaz több, mint 1 100 000 forinttal. Ebből adódóan a kibocsátott káros anyag mennyisége is jelentősen kevesebb lenne, a különböző anyagok esetében 85% és 94% közötti kibocsátás-csökkenésről beszélhetünk. Ezen felül megkaptuk azt is, hogy a konszolidációs központban várhatóan egyszerre hozzávetőlegesen 600 tonna, illetve 3750 m³ árumennyiséget kell tárolni. Ezek azt mutatják, hogy egy konszolidációs központot alkalmazó rendszernek lenne létjogosultsága, sok területen csökkennének a költségek, csökkenne a városi utak terhelése, valamint a káros anyag kibocsátás is.

Ezekon felül még fontos lenne a költségek vizsgálata is: meg kell vizsgálni az infrastruktúra, a járművek és a személyzet költségeit is a jelenlegi és a jövőbeni rendszer esetében is, ehhez azonban a jelenlegi helyzetre ismerni kellene olyan fajlagos költségek

paramétereket, amelyek a rendelkezésre álló adatokból egyelőre nem határozhatók meg. A további kutatások során ezek megismerése az egyik legfontosabb következő lépés a bevásárlóközpontok áruellátásának vizsgálatában.

Fontos továbbá kiemelni azt is, hogy rendszerszinten nem csak ezekkel a tényezőkkel kell foglalkozni. Egyfelől beruházási és üzemeltetési költségek oldaláról is vizsgálni kell a rendszert az előbbiek szerint, erről az oldalról mindenképpen pluszköltségek is jelentkeznek. Ki kell építeni a konszolidációs központot, járműveket kell beszerezni, informatikai rendszert kell fejleszteni hozzá, valamint ezeket is üzemeltetni kell a későbbiekben. Másfelől pedig az sem hagyható figyelmen kívül, hogy az üzleteket be kell vonni egy ilyen rendszerbe. Amennyiben kevesebb üzlet támogatna egy ilyen city logisztikai megoldást, úgy kisebb volumen konszolidálásáról lenne szó, összességében kevesebb beszállítással, ekkor pedig nehezebb lenne mindennap az áruszállító járművek jó kihasználtságát elérni, az pedig a különböző kimeneti paraméterek esetében kisebb mértékű csökkenést jelentene.

Azt azonban mindenképpen kijelenthetjük, hogy a bevásárlóközpontok áruforgalmának konszolidálásában óriási potenciál van. A későbbiekben hasonlóképpen lehetne vizsgálni bevásárlóközpontokon kívül más olyan üzletcsoportokat, melyek koncentráltan, kis területen helyezkednek el, például a Körút mentén, Váci utcában vagy akár a piacokon.

4.8 *További fejlesztési lehetőségek*

A modell jelenleg alkalmas a bevásárlóközpontok beszállításainak vizsgálatára a jelenlegi rendszerben és egy konszolidációs központot alkalmazó, közúti járművet használó rendszerben. Ezeken felül természetesen további részletei is vannak a bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének, amit érdemes modellezni.

A továbbiakban a modellt két fő résszel fogom bővíteni: a bevásárlóközpont beszállítói udvarának, illetve az új rendszer esetében az áruforgalmi zsilip folyamatainak vizsgálatával, valamint a konszolidált központot alkalmazó rendszer esetében a villamoshálózat szállításra történő igénybevételének vizsgálatával. A beszállítói udvar/áruforgalmi zsilip esetében az anyagmozgatási időszükséglet alakulását, valamint az azokat végző személyek terhelését szeretném meghatározni. A villamossal történő áruszállítás esetében pedig a közúthoz hasonlóan a kiszállítások száma és az ahhoz kapcsolódó energiafelhasználás lesz a vizsgálandó paraméter. Ezeken felül megvizsgálhatjuk majd a modell használatával azt is, hogy a konszolidációs központ máshová helyezésével milyen eredményeket kapnánk, és így a központ megfelelő helyét is kiválaszthatjuk véges számú alternatíva közül.

Következő lépésként szükséges lenne egy költségmodell felépítése, hogy a jelenlegi helyzetet és a lehetséges megoldásokat költségek szempontjából is összehasonlíthassuk. Jelenleg azonban még nem állnak rendelkezésünkre a bevásárlóközpontok áruellátásáról azok az információk, fajlagos költségek, amelyek ezt lehetővé tennék. Ehhez pontosabb adatokkal kéne rendelkezniünk pl. a beszállítókról vagy az üzletek logisztikai költségeiről. Ezeket kéne hozzárendelni a modell kimeneti paramétereire, és akkor ebből a szempontból is összehasonlíthatóvá válnának a különböző esetek.

A továbbiakban vizsgálható lenne az is, hogy mi történne, ha a rendszerben a konszolidációs központ (amely jelen vizsgálat során csak szolgáltató szerepet tölt be) átvénné az irányítást, szabályozná a beszállításokat, a készletet és a kiszállításokat. Ekkor a modell választ adhatna arra is, hogy ez milyen további megtakarításokat jelentene. Speciális esetekben szükség lehet túratervező funkcióra is (abban az esetben, ha a jelenlegi célfuvaros megoldás helyett terítőjáratos rendszert alkalmaznánk), valamint a jelenleg elhanyagolható mennyiségűnek tekintett mennyiségű városon belül gyártott árucikkek begyűjtésére gyűjtőjáratok bevezetése is vizsgálható lenne. Ezeken felül még kibővíthető lenne a szimulációs modell a házhozszállítások, az üzletek közötti szállítások, illetve az inverz logisztikai folyamatok vizsgálatára alkalmas egységekkel.

5 Összegzés

Kutatásunk előtt nem álltak rendelkezésünkre adatok a bevásárlóközpontok logisztikai jellemzőivel kapcsolatban. Három bevásárlóközpont vizsgálata után 178 üzlettel kapcsolatban sikerült olyan adatokat begyűjteni, amelyek lehetővé teszik azt, hogy részletesen megvizsgáljuk velük a bevásárlóközpontok áruellátásának jelenlegi helyzetét, valamint alternatív megoldásokat. Ehhez építettem fel egy mezoszkópikus szintű szimulációs modellt, amely lehetővé teszi a jelenlegi helyzet összehasonlítását innovatív city logisztikai megoldásokkal. A dolgozatomban bemutattam a bevásárlóközpontok jelenlegi áruellátási rendszerének felépítését, valamint egy olyan megoldást, amelyben a rendszerbe konszolidációs központot iktatunk, a bevásárlóközponti beszállítói udvar szerepét átveszi egy áruforgalmi zsilip és a kettő közötti áruszállításért city logisztikai szolgáltató felel. Ezt követően írtam a bemeneti adatokról, a vizsgált paraméterekről, a szimulációs modell felépítéséről, részeiről, a szimulációs modell használatával végrehajtott szimulációs vizsgálatról és annak eredményeiről.

A szimulációs modell segítségével megtudhattuk, hogy a vizsgált city logisztikai rendszerben a beszállítások száma több, mint 92%-kal csökkenne a jelenlegi helyzethez képest, a szállítási teljesítmény pedig közel 40%-kal. Jelentősen csökkenne továbbá a beszállításokból eredő üzemanyagköltség is: forintban kifejezve több, mint 93%-kal. Ez a káros anyag kibocsátás jelentős csökkenését vonná maga után, legalább 85%-os csökkenésről beszélhetünk minden anyag esetén. Kaptunk továbbá adatokat arra is, hogy a konszolidációs központban mekkora árumennyiséget kell tárolni. A kapott eredmények alapján kijelenthetjük, hogy egy konszolidációs központot alkalmazó rendszernek lenne létjogosultsága, sok területen csökkennének a költségek, csökkenne a városi utak terhelése, valamint a káros anyag kibocsátás is. Ebből következtethetünk arra is, hogy a jövőben új bevásárlóközpontok tervezésekor figyelembe kell venni ezeket a szempontokat.

Természetesen a bevásárlóközpontok áruellátási rendszere rendkívül komplex, így a szimulációs modell újabb elemekkel bővíthető a továbbiakban. Érdemes vizsgálni a beszállítói udvar, illetve a jövőbeni áruforgalmi zsilip folyamatait, valamint további alternatív megoldásokat (pl. a budapesti villamoshálózaton végzett áruszállítást) is. A további lépések közül legfontosabb pedig a költségmodell felépítése, így pedig az alternatívák összehasonlításának lehetővé tétele a költségek oldaláról is. Az azonban már az eddig kapott eredmények alapján is kijelenthető, hogy érdemes, sőt, kell is foglalkozni a bevásárlóközpontok szerepével a budapesti city logisztikában.

6 Irodalomjegyzék

- [1] *Balázs Péter. Budapest területének fejlődése 1945-től napjainkig* (2011). URL: http://lazarus.elte.hu/hun/digkonyv/szakdolg/2012-bsc/balazs_peter.pdf (letöltve: 2016. aug.)
- [2] *Központi Statisztikai Hivatal. Magyarország közigazgatási helynévkönyve* (2015). URL: http://www.ksh.hu/docs/hun/hnk/hnk_2015.xls (letöltve: 2016. okt.)
- [3] *Központi Statisztikai Hivatal. A kiskereskedelmi üzletek számának alakulása* (2012-2015). URL: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_okk012.html (letöltve: 2016. okt.)
- [4] *Mészáros Bálint, Sárdi Dávid Lajos. Módszertan kidolgozása bevásárlóközpontok logisztikai szempontú átvilágítására*, BME KJK TDK (2015).
- [5] *Tobias Reggelin. Mesoskopische Modellierung und Simulation logistischer Flusssysteme*, Otto-von-Guericke University Magdeburg (2011). URL: <http://d-nb.info/1047558815/34> (letöltve: 2016. aug.)
- [6] *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 (2016).
- [7] *Bálint Mészáros, Dávid Lajos Sárdi, Krisztián Bóna, PhD. Monitoring, measurement and statistical analysis (MMSA) based methodology for improving city logistics of Budapest shopping malls*, World Review of Intermodal Transportation Research, Special Issue on: “Advances in Transportation and Logistics” (elfogadás alatt).
- [8] *Dr. Bóna Krisztián. Szállítási Logisztika – Gateway-koncepció, városellátás.* (2015). URL: https://www.logisztika.bme.hu/letoltes/BSc/KOKUA622_KOKUA244_BMEKOKUA304_Szallitasi_logisztika_arszallitasi_rendszerek/Eloadas/EA02_Gateway_koncepcio_varosellatas.pdf (letöltve: 2015. okt.)
- [9] *A villamosvasúti tehermozdonyok és hóseprők.* URL: <http://villamosok.hu/nza/7000.html> (letöltve: 2016. okt.)
- [10] *Geoffrey Tribe. A 7045-ös motoros fedett teherkocsi a 8116-os és 8102-es lóréval a Nagykörúton, 1969 nyarán.* URL: <http://villamosok.hu/nza/7045nagy.jpg> (letöltve: 2016. szept.)
- [11] *Projet Tramfret.* URL: <http://tramfret.com/> (letöltve: 2016. okt.)
- [12] *Eltis. Delivering goods by cargo tram in Amsterdam (Netherlands)* (2015. május 21.) URL: <http://www.eltis.org/discover/case-studies/delivering-goods-cargo-tram-amsterdam-netherlands> (letöltve: 2016. okt.)
- [13] *Le quartier Bel-Air Sud blog. Le Tram-Fret pour des livraisons propres* (2014. június 2.). URL: <http://belairsud.blogspot.com/archive/2014/05/24/le-tramfret-pour-des-livraisons-propres-3006202.html> (letöltve: 2016. okt.)

- [14] *Központi Statisztikai Hivatal. Közlekedési infrastruktúra, járműállomány, üzemanyagárak, 3.4.: Gépjárműállomány Magyarországon üzemanyagtípus szerint az adott év december 31-én* (2014). URL: www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/jelszall/jelszall14.xls (letöltve: 2016. okt.)
- [15] *Nemzeti Adó- és Vámhivatal. Tájékoztató a tevékenységhez használt gépjárművek fogyasztási normáiról* (2016. február 3.). URL: https://www.nav.gov.hu/nav/szolgalattasok/uzemanyag/fogyaszt_normak/gjnorma.html. (letöltve: 2016. okt.)
- [16] *United States Environmental Protection Agency. Average In-Use Emissions from Heavy-Duty Trucks* (2008. október). URL: <https://www3.epa.gov/otaq/consumer/420f08027.pdf> (letöltve: 2016. okt.)
- [17] *Nemzeti Adó- és Vámhivatal. Közlemény az üzemanyagárakról* (2016. október 14.) URL: <https://www.nav.gov.hu/nav/szolgalattasok/uzemanyag/uzemanyagarak> (letöltve: 2016. okt.)

7 Ábrajegyzék

1.1. ábra: Budapesti bevásárlóközpontok elhelyezkedése, 2014-es állapot	4
2.1. ábra: Az Allee bevásárlóközpont layoutja	10
2.2. ábra: A Corvin Plaza bevásárlóközpont layoutja	11
2.3. ábra: A WestEnd City Center bevásárlóközpont layoutja	11
3.1. ábra: A bevásárlóközpontok kiszolgálásának jelenlegi megvalósítása	15
3.2. ábra: A bevásárlóközpontok kiszolgálásának lehetséges megoldásai	16
3.3. ábra: A bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének jelenlegi helyzete	18
3.4. ábra: A bevásárlóközpontok áruellátási rendszerének lehetséges megoldása	19
3.5. ábra: Lehetséges készletezési megoldások a bevásárlóközpontok áruellátási rendszerében	22
3.6. ábra: Muki teherszállító villamos Budapesten	24
3.7. ábra: Az amszterdami CityCargo látványterve	24
3.8. ábra: A 3 bevásárlóközpont és a Budapest határán felvett pontok Google Mapson	27
3.9. ábra: Városhatártól vett útvonalak egy bevásárlóközpont esetében Google Mapson	27
3.10. ábra: Honnan érkezik az áru a vizsgált üzletekbe?	30
3.11. ábra: A beszállításokat végző járművek méretei	31
4.1. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=0,5$ esetén	37
4.2. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=1/(T_{időablak})$ esetén	37
4.3. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=\text{MIN}(N_{\text{MAX}(napi)/T_{időablak};1})$ esetén	38
4.4. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=\text{MAX}(0,5; \text{MIN}(N_{\text{MAX}(napi)/T_{időablak};1}))$ esetén	38
4.5. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=\text{MAX}(0,5; \text{MIN}(N_{\text{MAX}(napi)/T_{időablak};1}))$ és $r=0,5$ esetén	39
4.6. ábra: Az egyes bevásárlóközpontokba érkező áru napi mennyisége, $R=\text{MAX}(0,5; \text{MIN}(N_{\text{MAX}(napi)/T_{időablak};1}))$ és $r= N_{\text{szállítási_nap}}/30$ esetén	40
4.7. ábra: A szimulációs modell beszállításokat generáló lapja	41
4.8. ábra: A szimulációs modell beszállítások kiindulási helyét generáló lapja	41
4.9. ábra: A konszolidációs központba beszállított áru mennyiségének alakulása egy adott kísérlet során	43

4.10. ábra: A készletek alakulását kiszámító munkalap a szimulációs modellben.....	44
4.11. ábra: A konszolidációs központ készletének alakulása kg-ban kifejezve egy adott kísérlet során.....	45
4.12. ábra: Kiszállítások számának alakulása bevásárlóközpontként (konszolidációs központ alkalmazása esetén) egy adott kísérlet során.....	46
4.13. ábra: Beszállítások számának alakulása bevásárlóközpontként a jelenlegi helyzet vizsgálata esetén, egy adott kísérlet során.....	46
4.14. ábra: A konszolidációs központ elhelyezkedése a vizsgálatunk során.....	47
4.15. ábra: Havi beszállítások számának várható értéke bevásárlóközpontként a jelenlegi rendszerben és a vizsgált új rendszerben.....	50
4.16. ábra: A beszállításokra vonatkozó paraméterek összehasonlítása.....	51
4.17. ábra: A kibocsátott káros anyagok mennyisége a két vizsgált esetben.....	52

8 Táblázatjegyzék

2.1. táblázat: A vizsgálati módszertan lépéseinek összefoglalása.....	7
3.1. táblázat: A becslésekhez tartozó információk összefoglalása.....	29
4.1. táblázat: Az összes eltérés és a százalékos eltérés négy különböző R paraméter esetén.....	36
4.2. táblázat: Káros anyag kibocsájtás fajlagos mennyisége benzin, illetve gázolaj meghajtás esetén.....	42
4.3. táblázat: A káros anyag kibocsátás várható értéke a két vizsgált esetben.....	51

9 Mellékletek

9.1 A budapesti bevásárlóközpontok üzleteire vonatkozó statisztika

	Üzletek száma	Villamos	Duna megközelítése
Allee	162	4, 17/41/47	Petőfi-híd budai hídfő
Aréna Plaza	151	(1), 24	-
Árkád I. II.	225	3/62, HÉV	-
Asia Center	800	69	-
Campona	147	-	Nagytétény Duna-part, Hárosi-Duna
Corvin Plaza	80	4/6	Petőfi-híd pesti hídfő
Csepel Pláza	33	HÉV	Csepeli Duna-part, Ráckevei-Duna
Duna Pláza	97	14	Újpesti-öböl
Eurocenter	60	1, 17, 19/41	Árpád-híd budai hídfő
Europark	72	42/52, 50	(Ráckevei-Duna)
Lurdy ház	120	1, 51	Rákóczi-híd pesti hídfő
Köki terminál	128	50	-
Mammut I. II.	302	4/6, 17, (56, 59, 61)	Margit-híd budai hídfő
Mom Park	98	17, 61	(Erzsébet-híd pesti hídfő)
Pólus Center	220	69	-
Savoya Park	76	17, (41, 47)	Albertfalva Duna-part
Sugár	90	3/62, HÉV	-
WestEnd City Center	348	4/6, 14	Margit-híd pesti hídfő
Összesen	3209	18 elérhető	11 (13) megközelíthető
Asia nélkül	2409		
Átlag	178,28		
Asia nélkül	141,71		
Szórás	176,54		
Asia nélkül	86,81		
Megjegyzés	Vastaggal jelölve a pontos számok, a többi becült adat, mivel nem minden bevásárlóközpont esetében érhető el pontos adatok		Zárójelesen a Dunától messzebb lévő, de főbb útvonalon gyorsan elérhető bevásárlóközpontok

9.2 A Corvin Plaza vizsgálatára alkalmazott kérdőív

1. Mi az üzletük fő profilja? (Több választ is megjelölhet.)

- | | |
|--|--|
| ☐ Ajándék, modell, hobbi | ☐ Könyv |
| ☐ Cipő | ☐ Lakás (pl. bútor) |
| ☐ Egészség (pl.: optika, patika, gyógyászati segédeszköz) | ☐ Műszaki cikk, számítástechnika, fotó |
| ☐ Élelmiszer, ital | ☐ Óra, ékszer |
| ☐ Étterem, kávézó | ☐ Ruha, fehérnemű, táska |
| ☐ Hírlap | ☐ Sportszer |
| ☐ Illatszer, szépségápolás | ☐ Szabadidő (pl. mozi) |
| ☐ Írószer | ☐ Szolgáltatás (pl. utazási iroda, fodrászat) |
| ☐ Játék, gyermek | ☐ Virág |
| ☐ Kisállat | ☐ Egyéb: |

2. Hozzávetőlegesen mekkora az üzletük alapterülete? m²

3. Milyen nemzetiségű az üzletük tulajdonosi háttere, valamint milyen az üzletük működési formája? (Kérjük, mindkét oszlopból válasszon egy lehetőséget!)

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ☐ Magyar | ☐ Üzletlánc |
| ☐ Külföldi | ☐ Franchise |
| ☐ Vegyes | ☐ Egyéni vállalkozó, önálló üzlet |
| | ☐ Egyéb: |

4. Hol találhatóak az üzleteik a magyar piacon?

- ☐ Minden üzlet plázákban van
☐ Az üzletek többsége plázákban van
☐ Az üzletek kb. fele plázákban van
☐ Az üzletek kevesebb, mint fele van plázákban
☐ Ez az egyetlen üzlet

Hány budapesti plázában található üzletük?

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| ☐ 1-5 | ☐ 11-15 |
| ☐ 6-10 | ☐ 15-18 |

5. Hogyan történik az áru vagy alapanyagok szállítása az üzletbe? (Több választ is megjelölhet. Amennyiben logisztikai szolgáltató végzi a szállítást, kérjük adja meg a beszállító nevét.)

- ☐ Szerződéses beszállító (logisztikai szolgáltató) végzi:
☐ A cég saját járműparkjával végzik
☐ Az üzletvezető vagy az üzlet dolgozói saját járművel
☐ Nincs áru vagy alapanyag, amit szállítani kell
☐ Egyéb: (kérjük, nevezze meg)

6. Jellemzően milyen járműben érkezik az áru vagy alapanyag az üzletükbe? (Több választ is megjelölhet.)

- | | |
|---|--|
| ☐ Kerékpáros vagy motoros futár | ☐ Nagytehergépkocsi (3,5-7,5 tonna) |
| ☐ Személygépkocsi (1,5 tonnáig) | ☐ Nagytehergépkocsi (7,5-12 tonna) |
| ☐ Kistehergépkocsi (1,5-3,5 tonna) | ☐ Nagytehergépkocsi (12-20 tonna) |

7. Jellemzően melyik beszállítói udvarba érkeznek az áru vagy alapanyag? (Több választ is megjelölhet.)

- ☐ Futó utcai ☐ P2 parkolószerinti
- ☐ Egyéb (pl.: parkoló, utca felől)

8. Melyik az üzletükre jellemző szállítási egység, illetve egy szállítás során átlagosan hány ilyen egység érkezik az üzletükbe? (Amennyiben többféle egység is jellemző, kérjük, jelölje mindet! Kérjük, doboz és raklap esetében jelölje azok átlagos tömegét is!)

- ☐ Dobozdb
- ☐ Átlagos tömegük kevesebb, mint 1 kg
- ☐ Átlagos tömegük 1-5 kg közötti
- ☐ Átlagos tömegük több, mint 5 kg

Átlagosan, 1 m³-ben darab jellemző méretű doboz fér el.

- ☐ Rakatolt áru raklapondb
- ☐ Átlagos tömegük kevesebb, mint 100 kg
- ☐ Átlagos tömegük 100-500 kg közötti
- ☐ Átlagos tömegük több, mint 500 kg

☐ Rakatolt áru konténerbendb

☐ Egyéb:db

9. Alkalmas lenne-e a képen látható jármű (az áruszállító doboz mérete 70x50x50 cm) az üzletre jellemző szállításokra? (Kérjük, írja alá, hogy egy nap hány szállításra lenne szükség az adott jármű felhasználásával! Több választ is megjelölhet!)



- ☐ Igen, a beérkező áruforgalmat nézve napi szállításra kéne ezzel végezni
- ☐ Igen, házhoz szállításra alkalmas lenne (amennyiben előfordul ilyen)
- ☐ Igen, üzletek közötti szállításra alkalmas lenne (amennyiben előfordul ilyen)
- ☐ Nem

10. Jellemzően ki(k) végzi(k) az áru vagy alapanyag mozgatását a bevásárlóközpontba való beérkezést követően? (Több választ is megjelölhet.)

- ☐ Bolti eladók
- ☐ Üzletvezető vagy az üzlet egyéb alkalmazottai
- ☐ Kiszállítást végző alkalmazottak
- ☐ Bevásárlóközpont alkalmazottai
- ☐ Egyéb:

11. Hozzávetőlegesen hány féle különböző árut (terméket) szállítanak az üzletükbe?

.....
(Kérjük, azt tekintse különböző árunak, amely a rendszerükben külön kezelendő valamilyen szempontból, pl. vonalkód, ár stb. szerint)

12. Van olyan áru vagy alapanyag, amely különleges szállítási igényekkel rendelkezik?

(Több választ is megjelölhet. Amennyiben van ilyen, kérjük, írja mellé, hogy az összes áru és alapanyag hozzávetőlegesen mekkora részét jelenti ez térfogat szerint.)

- | | | | |
|--|---|--|---|
| ☐ Törékeny | % | ☐ Nagy értékű (őrizendő)..... | % |
| ☐ Hűtendő, romlandó | % | ☐ Egyéb: | % |
| ☐ Élő állat | % | ☐ Nincs ilyen áru | |
| ☐ Veszélyes | % | | |

13. Milyen gyakran érkezik áru vagy alapanyag az üzletbe a két legjellemzőbb esetben, a mennyiségüket a folyamatosan utántöltendő összes áruhoz viszonyítva? (Kérjük, térfogat szerint becsülje meg az áruk arányát! Kérjük, a legjellemzőbb időegységet válassza és írja mellé, hogy azon belül hány alkalommal! A két értéknek nem kell 100%-ot adnia, a két legjellemzőbb esettől való eltérésekre a 15. kérdés vonatkozik.)

- | | | | |
|---|---------------|---|---------------|
| Az áruk | %-a esetében: | Az áruk | %-a esetében: |
| ☐ Naponta: | alkalommal | ☐ Naponta: | alkalommal |
| ☐ Hetente: | alkalommal | ☐ Hetente: | alkalommal |
| ☐ Havonta: | alkalommal | ☐ Havonta: | alkalommal |
| ☐ Évente: | alkalommal | ☐ Évente: | alkalommal |

14. Jellemzően melyik napszakban érkezik az áru vagy alapanyag? (Több választ is megjelölhet!)

- ☐ Reggel (5:30-10:00)
☐ Napközben (10:00-22:00)
☐ Éjszaka (22:00-5:30)
☐ Változó

15. Rendelkezik az üzlet raktárhelyiséggel? Amennyiben igen, ez hol található? (Több választ is megjelölhet!)

- ☐ Igen, az üzletben
☐ Igen, a plázában egyéb helyen
☐ Nem (Kérjük, ugorjon a 18. kérdésre!)

16. Mekkora a raktárhelyiség(ek) összterülete? m²

17. Hozzávetőlegesen mennyi időre elegendő árut vagy alapanyagot tudnak tárolni a raktárhelyiség(ek)ben? nap

18. Hozzávetőlegesen mennyi időre elegendő árut tudnak tárolni az üzlet polcain?

(Mennyi időre elegendő az az árumennyiség, azon árukat vizsgálva, melyek folyamatos utántöltést igényelnek, amellyel az üzlet polcait teljesen meg lehet tölteni?) nap

19. Előfordul az üzletből kifelé történő szállítás (nem házhozszállítás)? (Több választ is megjelölhet. Amennyiben a válasz igen, kérjük, írja oda a kifelé történő szállítások mennyiségét a beérkező áruforgalom százalékában, illetve ezeknek a szállításoknak a gyakoriságát (pl. hetente, 3 havonta))

- ☐ Igen, maradék árut/visszárut
- ☐ Igen, javításra szervizbe (pl. garancia)
- ☐ Igen, árut másik üzletbe

A fentiek mennyisége: %

Gyakoriságuk:

- ☐ Igen, göngyöleget (pl. raklap)

Gyakorisága:

- ☐ Nem

Ha nem fordul elő áruszállítás másik üzletbe, kérjük, ugorjon a 21. kérdésre!

20. Amennyiben van szállítás másik üzletbe, hol található a másik üzlet? (Több választ is megjelölhet!)

- ☐ Budapesten, másik plázában
- ☐ Budapesten, máshol
- ☐ Másik településen

21. Honnan érkezik az áru vagy alapanyag az üzletbe? (Amennyiben több helyről is érkezik áru, kérjük, írja oda, hogy hogyan aránylanak egymáshoz!)

- ☐ Városon belülről (telephelyről, raktárból, stb.) %, jellemzően az üzlet

- ☐ 0-1 km-es,

- ☐ 1-5 km-es,

- ☐ 5-10 km-es körzetéből

- ☐ 10 km-nél messzebből

- ☐ Városon belülről (a cég másik üzletéből) %

- ☐ Városon kívülről %, jellemzően az üzlet

- ☐ 0-20 km-es,

- ☐ 20-50 km-es,

- ☐ 50-200 km-es körzetéből

- ☐ 200 km-nél messzebből

Ha nem fordul elő áruszállítás másik üzletből, kérjük, ugorjon a 23. kérdésre!

22. Amennyiben érkezik áru másik üzletből, hol található a másik üzlet? (Több választ is megjelölhet!)

- ☐ Budapesten, másik plázában
- ☐ Budapesten, máshol
- ☐ Másik településen

23. Amennyiben nem fordul elő üzletek közötti áruszállítás, mi ennek az oka?

- ☐ Nincs rá igény
- ☐ Van rá igény, de jelenleg nincs lehetőség a megvalósítására
- ☐ Ez az egyetlen üzlet

24. Van az üzletnek vagy üzletláncnak informatikai/vállalatirányítási rendszere?

(Amennyiben igen, kérjük, írja oda, hogy milyen rendszert használnak!)

- ☐ Van:
- ☐ Nincs

25. Foglalkozik az üzletük webkereskedelemmel?

- ☐ Igen, személyes átvételre és házhozszállításra is van lehetőség
- ☐ Igen, az ügyfél az üzletben veheti át az árut *(Kérjük, ugorjon a 28. kérdésre!)*
- ☐ Igen, házhoz szállítják
- ☐ Nem *(Kérjük, ugorjon a 28. kérdésre!)*

26. A webes megrendelés után jellemzően mikor történik meg a házhozszállítás?

- ☐ Aznap ☐ Később
- ☐ Másnap ☐ Változó

27. Házhozszállítás esetén (online megrendelt áruknál) honnan juttatják el az árut a vevőhöz? *(Több választ is megjelölhet!)*

- ☐ Központi készletből
- ☐ Az üzlet készletéből
- ☐ Az üzletlánc másik üzletének készletéből

28. Milyen gyakran végeznek házhozszállítást az üzletből (online rendelt áruk esetén)?

(Kérjük, a legjellemzőbb időegységet válassza és írja mellé, hogy azon belül hány alkalommal!)

- ☐ Naponta: alkalommal
- ☐ Hetente: alkalommal
- ☐ Havonta: alkalommal

29. Jellemzően milyen távolságra történnek a házhozszállítások (online rendelt áruk esetén)? *(Több választ is megjelölhet!)*

- ☐ 1 km-en belülre
- ☐ 1-3 km-es körzetben
- ☐ 3-10 km-es körzetben
- ☐ 10 km-nél messzebbre

30. Az eladott áruk hozzávetőlegesen hány százalékát teszik ki az online rendelt és házhoz szállított áruk?%

31. Milyen mértékben lenne hajlandó részt venni az üzlet egy, az egész

bevásárlóközpontra kiterjedő közös áruszállítási rendszerben (melyben az áru kezelését szakképzett személyzet végzi és az áruk biztonságos célba érése biztosított), az alábbi eredmények megvalósulása esetén? *(Jelenleg sem a bevásárlóközpontnak, sem pedig nekünk nincsenek ilyen rendszerre vonatkozó terveink, mindössze az esetleges hajlandóságot szeretnénk felmérni.)*

	Egyáltalán nem	Inkább nem	Közömbös	Inkább igen	Minden- képpen	NT/NV
Szállítások megbízhatóságának növekedése (pl. időpont)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Anyagi haszon az üzlet számára (költségek csökkenése)	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Környezetszennyezés csökkenése	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Városi közlekedési viszonyok javulása	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Megrendelés-kezelésre fordítandó idő csökkenése	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Zöld energia használata a költségek kismértékű (kb. 10%-os) növekedése mellett	☐	☐	☐	☐	☐	☐