



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

***Budapesti rakodóhelyek city logisztikai
szempontú elemzése***

TDK-dolgozat

Szerzők:

**Ráduly Nóra Julianna,
Tihanyi Janka**

Témavezető:

Dr. Sárdi Dávid Lajos

Budapest, 2023

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	3
2. A rakodóhelyek jelenlegi rendszerének feltárása	5
2.1. City logisztikai rendszerek fő csomópontjainak bemutatása	5
2.2. A zónarendszerek jelenlegi helyzete	7
2.2.1. Példák hazai és külföldi zónarendszerekre	8
2.3. Koncentrált rakodóhelyek jellemzői és jelölése	9
3. A koncentrált rakodóhelyek használatának city logisztikai szempontú elemzése.....	16
3.1. Áruszállítási folyamatokkal kapcsolatos korábbi city logisztikai kutatások eredményei.....	16
3.2. Feltáró mérés a budapesti rakodóhelyekről	19
3.3. A budapesti rakodóhelyek folyamatainak részletes mérése	25
3.3.1. Mérőlap felépítése	25
3.3.2. Próbamérés menete	26
3.4. Részletes mérés menetének ismertetése	29
3.5. Mérési eredmények elemzése	31
4. Budapesti rakodóhelyekkel kapcsolatosan megfogalmazott fejlesztési javaslatok	45
4.1. A kijelölt rakodóhelyek működésével kapcsolatban felmerülő, megoldandó problémák	45
4.2. Fejlesztési javaslatok megfogalmazása a koncentrált rakodóhelyek hatékony működtetésére és használatára	45
5. További feladatok	50
6. Összefoglalás	52
Ábrajegyzék.....	54
Táblázatjegyzék	55
Hivatkozások	56

1. Bevezetés

A koncentrált rakodóhelyek fejlesztése napjainkban rendkívül fontos, mert a városellátási folyamatok egyik meghatározó szűk keresztmetszetei a rakodási folyamatok. Bár Budapesten 650-750 koncentrált rakodóhely áll rendelkezésre (főként a körutak, a sugárutak, és a sétálóutcák mentén), ezeknek jelenlegi működése nem megfelelő, ezt több korábbi kutatás is igazolta. Jelentős nehézségeket okoz, hogy a rakodóhelyek néhány területen túl sűrűn helyezkednek el, míg máshol hiánybudapes van belőlük, mindezek mellett pedig sok esetben nem elegendően nagyok, ezáltal veszélyeztetve az áru- és személybiztonságot. A rossz telepítés miatt az áruszállítási igények dinamikus változásait nem tudják lekövetni a statikus állapotú rakodóhelyek. Ebből is következik, hogy a rakodók időbeli kihasználtsága kiegyenlítetlen, valamint a szállítási szereplők közti kommunikáció is igen nehezen oldható meg a szervezetlenség miatt. Az áruszállító közúti járművek többsége csúcsidőben érkezik, a hajnali és az éjszakai órák kihasználatlanok. További probléma, hogy a rakodást nem megfelelően ellenőrzik, szankcionálják, illetve a jogi szabályozás sem egységes.

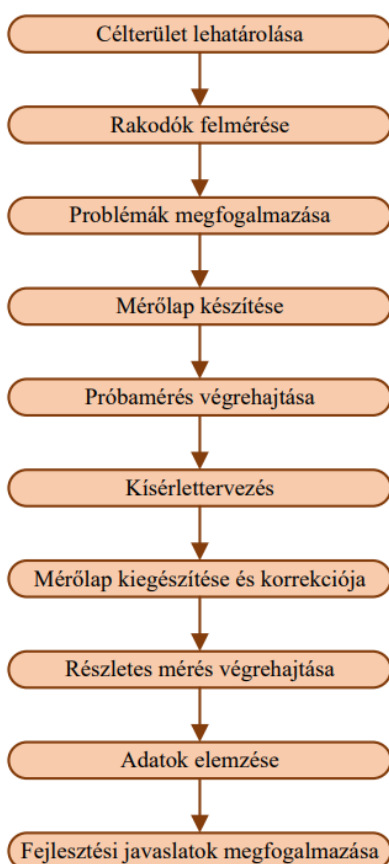
Kutatásunk célja a bevásárlóövezetek strukturált analízisében alkalmazható módszertani háttér továbbfejlesztése és a koncentrált rakodóhelyek forgalmával kapcsolatos mérések végrehajtása, továbbá fejlesztési javaslatok megfogalmazása Budapest city logisztikai rendszerének zöldebbé tétele érdekében a koncentrált rakodóhelyekhez kapcsolódó fejlesztésekkel, innovatív megoldások bevezetésével, felhasználva a kutatásunk során végrehajtott mérések eredményeit.

A kutatásunk során csatlakoztunk az Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék City Logisztikai Kutatócsoportjának munkájához, akik már több, mint egy évtizede foglalkoznak városi logisztikai rendszerek vizsgálatával és több, mint nyolc éve a városi koncentrált igénypont-halmazok vizsgálatával és megismerésével. Ezek közé tartoznak a bevásárlóövezetek, amely csoport jelentős képviselője a Váci utca Budapesten, ennek példáján foglalkozott a Kutatócsoport a városi koncentrált rakodóhelyekkel a korábbiakban, azonban ezen mérések során még csak az üzletek és a topológia szemszögéből vizsgálták a folyamatokat. Ezzel szemben a mi kutatásunk célja a rakodóhelyek, és az azokon történő rakodási folyamatok vizsgálata, amelyet más városi zónákra is kiterjesztünk, ilyen zóna például a Nagykörút. A rakodóhelyeken történő mérésekre azért van szükség, mert ebben a témában ilyen jellegű információk még nem állnak rendelkezésre, nem ismerjük a rakodási folyamatok időbeli jellemzőit. Ezen adatok hiánya miatt city logisztikai szempontból nem tudunk releváns

következtetéseket levonni, nehéz fejlesztési javaslatokat tenni a budapesti rakodók megfelelő kialakításával és elhelyezésével kapcsolatban, illetve nehéz megfelelően méretezni a rakodók rendszerét. Olyan mértékben nincsenek adatok a rakodók kihasználtságáról, foglaltságáról, valamint arról, hogy milyen folyamatok zajlanak rajtuk, hogy megbecsülni sem lehet, hogy számuk elegendő, kevés vagy sok, illetve megfelelő helyen és sűrűséggel vannak-e elhelyezve.

Kutatásunk távlati célja olyan rakodóterületek és rakodóhelyek kialakítása, amelyek egyszerre több igénypontot hatékonyabban ki tudnak szolgálni, ezáltal csökkentve a városi utak zsúfoltságát és a rakodási folyamatok által okozott fennakadásokat, így elősegítve a főváros zöldebb, city logisztikai szempontból fejlettebb, biztonságosabb és költséghatékonyabb áruelosztását. Emellett a kidolgozásra kerülő megoldások a későbbiekben pedig más városokra is alkalmazhatók lesznek, ahol a city logisztikai rendszerekben hasonló problémák jelennek meg.

A budapesti rakodóhelyek felmérésével és vizsgálatával kapcsolatosan végzett kutatásunk lépéseit az 1. ábra mutatja be, amelynek végén pedig fejlesztési javaslatokat fogalmazunk meg Budapest koncentrált rakodóhelyeivel kapcsolatban.



1. ábra: A budapesti rakodóhelyekkel kapcsolatos kutatás lépései

2. A rakodóhelyek jelenlegi rendszerének feltárása

A városok hatékony ellátása szempontjából fontos foglalkozni a city logisztikai rendszerek fejlesztésével, hiszen a városi áruszállítási folyamatok során fellépő nehézségek minden nagyvárosban aktuálisak [1]. Mivel a globális problémák vizsgálatát jelenleg Budapest példáján keresztül tudjuk csak megvalósítani, így a méréseket a budapesti városi logisztikai rendszeren hajtjuk végre, majd a fejlesztési javaslatokat is a főváros helyzetére fogalmazzuk meg, de a célunk az, hogy azok más, tetszőleges városra is alkalmazhatók legyenek a jövőben.

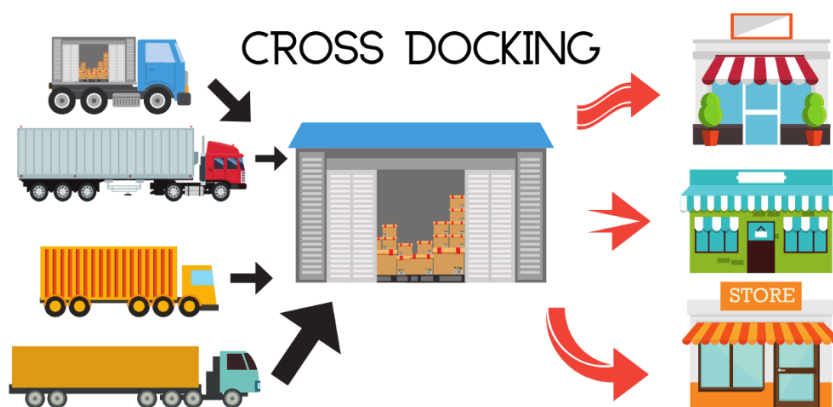
A szakirodalom feltárása során a city logisztikai rendszerek fő csomópontjaival, a cross-docking módszerrel, a budapesti teherforgalmi rendszerrel és a magyar fővárosra vonatkozó közlekedésfejlesztési tervekkel foglalkozunk. Ezeken felül beszámolunk a jelenlegi rakodóhelyekkel kapcsolatban felmerülő problémákról, példákat hozunk külföldi rakodóhelyekre, azok jelöléseire, azokkal kapcsolatos projektekről, illetve írunk az intelligens rakodók koncepciójáról és jellemzőiről és környezetbarát áruszállítási megoldásokról. Végül a budapesti koncentrált rakodóhelyekkel kapcsolatos korábbi kutatásokat ismertetjük, amelyek alapján pontosítottuk a saját vizsgálati témánkat.

2.1. City logisztikai rendszerek fő csomópontjainak bemutatása

A city logisztikai rendszerek hatékony működéséhez rendkívül fontosak az úgynevezett gateway-ek. A gateway-konceptió ezeket a komponenseket többlépcsős logisztikai rendszerekbe rendezi, a gateway-ek folyamatos gyűjtési és elosztási feladatokat látnak el. Ha a szállítás közvetlenül az áruforgalmi központból történik, akkor egylépcsős megoldásról beszélünk. A kétlépcsős megoldásnak két változata van. Az egyikben a megvalósítandó feladatokat city terminálok vagy áruforgalmi alközpontok közbeiktatásával végezzük el, a másikban pedig ezek szerepét az áruforgalmi központ veszi át, és az áru onnan közvetlenül jut el az áruelosztó helyekre. A háromlépcsős gateway-konceptió esetén az áruforgalmi központok a város szélén helyezkednek el, a város kapui pedig a city terminálok vagy az áruforgalmi alközpontok lesznek. [1] [2] A konszolidáció-alapú city logisztikai rendszereknek három fő csomópont típusa van: konszolidációs központok, áruforgalmi zsilipek, és koncentrált rakodóhelyek [3]. Kutatásunk során a rakodóhelyekre fogunk fókuszálni, a budapesti rakodóhelyek rendszerének példáját vizsgálva.

A konszolidáció-alapú koncepciókban a városban található igénypontok beszállítói a konszolidációs központokba szállítanak, amelyek a városok határain (a gazdasági zóna határán)

helyezkednek el. Itt lehetőség van az áru tárolására és komissiózására is. Az igényektől függően akár több konszolidációs központ bevezetésére is szükség lehet [3]. Innen az árut áruforgalmi zsilipekbe juttatják el, ez jellemzően közúton történik, de már több rendszerkoncepció is született ezek helyettesítésére és zöldebbé tételére környezetbarát közúti járművekkel, kötött pályán, vagy akár vízi úton is [4]. Az áruforgalmi zsilipek cross-docking típusú raktározásra alkalmasak, ez készlet nélküli raktározást jelent, azaz itt az árut csak átrakodják. Olyan céllal is használhatóak, hogy az árut csak rövid ideig, fél-egy napig tárolják itt. A cross-docking tevékenység a készletek átrakásának logisztikai folyamata egy raktárban, a beszállító járműről közvetlenül a kiszállító járműre történik a rakodás a szállítási idő és a költségek csökkentése érdekében. A cross-docking stratégiát (2. ábra) az ellátási láncon belül a “just in time” kiszolgálás elérése érdekében alkalmazzák. Egy jó cross-docking koncepció képes csökkenteni a szállítási, tárolási, készletezési, kezelési és munkaerő költségeket, az átfutási időt, a raktárterületet, és képes növelni a szállító járművek kapacitás kihasználtságát [5] [6].



2. ábra: A cross-docking módszer [7]

Budapesten jelenleg még nincsenek áruforgalmi zsilipek, csak hasonló funkciókat ellátó beszállítói udvarok és rámpák, illetve magán zsilipek [3]. Ha egy city logisztikai rendszerben a zsiliből történik az igénypontok közvetlen kiszolgálása, akkor ez az utolsó csomópont, viszont, ha szükséges még egy további tranzakció, akkor az utolsó csomópont egy koncentrált rakodóhely lesz, ez a nyílt infrastruktúrájú koncentrált igénypont-halmazoknál és az egyszerű városi zónáknál jelenik meg, ahol az igénypontok távolabb helyezkednek el egymástól, ezért a zsilipekből közös rakodóra szállítják az árut, és onnan jutnak el az áruk az üzletekbe [4].

Napjainkban a legtöbb nagyvárosban nem működnek bárki számára hozzáférhető, gateway-koncepciót megvalósító city logisztikai rendszerek, hiszen ennek alapfeltétele lenne a konszolidációs központok megléte, ezek pedig csak néhány city logisztikai szolgáltató vállalat

saját rendszerében vannak jelen. Ezek hiányában több a városi beszállító, ami nagyobb forgalmat, környezet- és zajszennyezést generál. [2]

A városi csomópontok vizsgálata mellett a végpontok definiálása is fontos. Ezeket a végpontokat városi igénypontoknak nevezzük, amelyeket tekintve megkülönböztethetünk önálló igénypontokat (funkciójuk szerint lehetnek kereskedelmi, ipari vagy szolgáltató típusú igénypontok), valamint koncentrált igénypont-halmazokat. Kétféle koncentrálttságot különböztethetünk meg: zárt, illetve nyílt infrastruktúra által meghatározott koncentrált igénypont-halmazokat. A bevásárlóközpontok például zárt infrastruktúrával rendelkeznek, ahol az igénypontok egy épület által vannak halmazba foglalva. Ezzel ellentétben a nyílt infrastruktúrájú igénypont-halmaz határait nem jelöli ki egy adott épület, ilyenek például a bevásárlóövezetek, amelyek utcákkal, terekkel határolt területet jelentenek. [1] [3]

2.2. A zónarendszerek jelenlegi helyzete

A városi zónarendszer egy olyan tervezési és hálózati megközelítés, amelyet annak érdekében használnak, hogy hatékonyan szabályozzák a városi áruszállítást. A behajtási zónarendszerek célja, hogy bizonyos területeken korlátozzák a járműforgalmat a forgalmi torlódások, a környezetszennyezés és a városi területek zsúfoltságának csökkentése érdekében. A városi logisztikai zónarendszer célja, hogy ezen kihívásokat kezelje, és elősegítse a hatékonyabb áruszállítást és a városi környezet fenntarthatóságát.

A zónarendszer különböző zónákra osztja a város adott területeit. Ezen zónák kialakításával a városok tervezhetik és optimalizálhatják a szállítási útvonalakat, valamint támogathatják a környezetbarát és az energiatakarékos szállítási megoldásokat. A zónák segíthetnek csökkenteni a városi forgalmi dugókat, a légszennyezést és a zajszintet, miközben hozzájárulnak a városok életminőségének javításához. A behajtó járműveknek meg kell felelniük az adott zóna feltételeinek, például bizonyos környezetvédelmi szabványoknak, időkorlátoknak vagy méretkorlátozásoknak, hogy engedélyt kapjanak a behajtásra. [8] [9] [10]

A városi zónarendszerekben a rakodóhelyek kulcsfontosságú szerepet játszanak az áruszállítás hatékonyságának és fenntarthatóságának biztosításában, valamint az ellátási láncok és a városi logisztikai folyamatok működésében. A kijelölt rakodók stratégiai pontokként funkcionálnak, amelyek lehetővé teszik az áruk költséghatékonyabb szétosztását a zónákon belül elhelyezkedő igénypontokra. Összességében a rakodóhelyek a városi logisztikai

zónarendszerek kiemelkedő fontosságú elemei, így megfelelő tervezésük is kiemelkedően fontos.

2.2.1. Példák hazai és külföldi zónarendszerekre

A következőkben a már jelenleg is működő zónarendszereket ismertetünk röviden. Budapest esetében előrelépést jelentett a Budapesti Teherforgalmi Stratégia bevezetése. Ennek következtében kiszorultak a nagyobb tehergépjárművek, ám ennek hatására megnövekedett a kisebb járművekkel történő áruszállítás gyakorisága, így a teherszállítás okozta rezgések, illetve a zaj- és légszennyezés még továbbra is komoly problémát jelent. A teherforgalmi stratégiában 3,5 tonnás, 7,5 tonnás és 12 tonnás korlátozott forgalmú övezetekre bontották Budapestet. A kijelölt rakodóhelyeken felül a védett, illetve a főváros területén található várakozási övezetekben is lehet rakodást végezni, amennyiben a beszállítók rendelkeznek úgynevezett rakodótárcsával. [11] [12] A rakodótárcsa egy egyedi megoldásként a budapesti áruszállítást segíti azzal, hogy a rendeletben meghatározott hozzájárulással a védett övezetekben és a várakozási övezetekben lévő közúti parkolóhelyeken rövid időre lehetővé teszi a díjfizetés nélküli várakozást. A tárcsa használata egyszerű, a tárcsán a várakozás megkezdésének időpontját kell jelezni, ezt megváltoztatni csak a parkolóhely elhagyását követően lehet. A védett övezetben érvényes tárcsával és áruszállítási behajtási-várakozási engedéllyel legfeljebb 20 percet szabad várakozni közhasznú parkolóhelyeken. A papíralapú rakodótárcsa azonban nem jelent megoldást a rakodási folyamatok során fellépő parkolási problémákra, inkább csak egy tüneti kezelést jelent, tehát a hatékonyabb működés érdekében fontos lenne a rendszer modernizálása és fejlesztése. [13]

Az előbbieket helyettesítendő, az elektronikus rakodótárcsa kifejlesztése lehetővé tenné, hogy a tervezéshez szükséges adatokat begyűjtsék, és rendezetten elérhetővé tegyék, ezt a jelenlegi papíralapú megoldás nem támogatja. Ez egy olyan alkalmazás lenne, amely okos eszközökre telepíthető. A rakodást végző személynek csak a rakodás kezdetét és végét kellene rögzítenie, a rendszer pedig a GPS-koordináták felhasználásával menti a lokációt és a rakodás idejét, a kapott adatokból pedig egy fenntartható hálózati modell is kialakítható lenne. Az alkalmazás használatával többek között arról is kaphatunk információkat, hogy hányszor történik rakodásra kijelölt területen, illetve azon kívüli rakodási tevékenység, vagy hogy milyen járművekkel végezték el a rakodásokat. Ezek az adatok a jövőben létrehozott koncentrált rakodóhelyek kijelölését is lehetővé tehetik egyéb city logisztikai fejlesztések támogatása mellett. [14] [15]

A Balázs Mór Terv a logisztikai témában a koncentrált rakodóhelyek rendszerének fejlesztését említi, amely a rakodóhelyek számának növelését (amely kérdéses, hogy egyáltalán megfelelő cél-e), kihasználtságának időbeli kiegyenlítését, a hozzáférés megkönnyítését, valamint egy egységes jelölésrendszer kialakítását foglalja magába [16]. Az erre épülő Budapesti Mobilitási Terv is tartalmaz városellátással kapcsolatos projekteket, melyek azonban nem valósultak meg az elmúlt években [17] [18].

Városi zónarendszereket nem csak Magyarországon, hanem külföldön is alkalmaznak, például Angliában, Bristol belvárosában dízelmentes övezetet határoztak meg, amely körül kialakítottak egy úgynevezett CAZ-t (Clean Air Zone). Ide a kereskedelmi járművek, amelyek nem felelnek meg az előírásoknak, csak díjfizetés ellenében hajthatnak be [19] [20]. Egyre több európai ország városaiban vezetik be az alacsony emissziós zónát (LEZ), ez egy olyan földrajzilag meghatározott terület, amelyen a környezetszennyezettség mértéke miatt specifikus korlátokat vezettek be. Szabályokat állapítanak meg a zónába való behajtásra és fizetésre vonatkozóan, a legtöbb város a díjakat a kibocsátási szintek alapján állapítja meg (pl. Euro kibocsátási szabvány) [21]. Londonban is kijelöltek egy ultraalacsony károsanyag-kibocsátási zónát (ULEZ), ahová csak a legkorszerűbb gépjárművekkel szabad behajtani díjfizetés nélkül. Később kibővítették a zóna határait, így már nemcsak a belvárost, de egyes külvárosi területeket is érint a szabályozás. [22]

2.3. Koncentrált rakodóhelyek jellemzői és jelölése

A kutatási témánk elsősorban a rakodóhelyekre fog fókuszálni, ezen belül is a budapesti koncentrált rakodóhelyekre, mivel ezekkel kapcsolatosan tudunk majd méréseket végrehajtani. A koncentrált (más néven közös vagy kijelölt) rakodóhelyek fejlesztése azért rendkívül fontos, mert a városellátási folyamatok egyik legfontosabb szűk keresztmetszetei a rakodási folyamatok. Nyílt infrastruktúra esetén a közös rakodóhelyek jellemzőek, zártnál pedig általában beszállítói udvarokat, magán zsilipeket alkalmaznak [14]. Bár Budapesten jelenleg is 650-750 közös rakodóhely áll rendelkezésre (főként a körutak, a sugárutak, és a sétálóutcák mentén), ezeknek működése nem megfelelő.

Az egyik fő probléma, hogy a rakodóhelyek nem elegendően nagyok, ezáltal veszélyeztetve az áru- és személybiztonságot. További nehézségeket okoz, hogy a rakodóhelyek néhány területen túl sűrűn helyezkednek el, míg máshol hiány van belőlük. Ennek egyik oka, hogy jelenleg igénylés alapú a rakodóhelyek kijelölésének menete, így amennyiben egy igénylő üzlet befizeti a szükséges telepítési költségeket (pl. tábla, felfestés költsége), akkor kialakítják a

koncentrált rakodóhelyet [23]. Azonban a telepítés során nem vesznek figyelembe city logisztikai szempontokat, nem történik optimalizálás. A rossz telepítés miatt az áruszállítási igények dinamikus változásait nem tudják lekövetni a statikus állapotú rakodóhelyek. Ebből is következik, hogy a rakodók időbeli kihasználtsága kiegyenlítetlen, valamint a szállítási szereplők közti kommunikáció is igen nehezen oldható meg, hiszen szervezetlen az áruszállítás. Az áruszállító közúti járművek többsége csúcsidőben érkezik, a hajnali és az éjszakai órák kihasználatlanok. További probléma, hogy a rakodást nem megfelelően ellenőrzik, szankcionálják, illetve a jogi szabályozás sem egységes. Ezen problémák megoldására akcióterv készült, amelynek négy fontos eleme van: egy szabályozási háttér kialakítása és integrálása, áruszállítási infrastruktúra fejlesztése, logisztikai folyamatokat támogató szolgáltatások és intelligens rendszerek telepítése, illetve egy fenntartható logisztikai menedzsment és az azt segítő kommunikációs platform megteremtése. [12] [24]

A koncentrált rakodóhely fő funkciója az áruszállítás hatékonyságának növelése, ez az utolsó city logisztikai csomópont a városi áruszállítási hálózat végpontjai, az igénypontok előtt. A rakodók elsődleges célja minden országban, illetve városban megegyezik, de a kivitelezésük az egyes régiókban különbözhet. Fontos eltérés a rakodóhelyek kialakításával kapcsolatban, hogy országonként más-más jelölésrendszert használnak a koncentrált rakodók kijelölésére [25]. Magyarországon egy várakozni tilos vagy egy megállni tilos tábla van kiegészítve többnyire három táblával, erre egy példát a 3. ábra mutat. Az egyik kiegészítő tábla arra utal, hogy a kijelölt terület rakodásra van kialakítva, a másik tábla pedig feltünteti azt az időszakot és távolságot, amelyen a tilalom fennáll, de esetenként az utóbbi táblák hiányoznak [26]. Alkalmanként további kiegészítő táblát használnak arra, hogy hogyan kell megállni a kijelölt rakodóhelyen, például, ha a rakodó nem az úton, hanem a járdán helyezkedik el.



3. ábra: A budapesti, Tátra utcában található rakodó táblás jelölése

Ausztriában is hasonló jelölést alkalmaznak, mint Magyarországon (ld. 4. ábra), egy megállni tilos tábla alatt helyezkedik el egy kiegészítő tábla, hogy mikor állhat meg ott rakodó jármű.



4. ábra: Kijelölt rakodóhely Graz városában [25]

A rakodók számos módon vannak jelölve és azonosítva világszerte, a lényeg az, hogy a jelölés mindenki számára egyértelmű legyen. Az 5. ábra négy kijelölt rakodóhelyet jelző táblát szemléltet. Bal oldalon egy Svédországban található rakodó látható, a jelölés egy sárga táblán egy megállni tilos tábla, és egy rakodóhely felirat. A felső kép egy, a Seychelle-szigeteken kialakított rakodót jelző táblát ábrázol. Az alsó kép egy az Amerikai Egyesült Államokban, San Franciscoban található rakodót jelölő táblát szemléltet. Jobb oldalon pedig Lettország fővárosának egyik koncentrált rakodóhelye látható. A képek is mutatják, hogy a svéd rakodó tábláján nincsen időkorlát feltüntetve, ezzel szemben az amerikai rakodóhelyen 30 percig lehet rakodást végezni, a lett és a Seychelle-szigetek-i rakodón pedig 20 percig.



5. ábra: Példák külföldi rakodóhelyek jelölésére [25]

A városi áruszállítás egyedi igényeihez igazodva léteznek különleges rakodóhelyek is. A 6. ábra három ilyen rakodóra mutat példát. A holland fővárosban, Amszterdamban jellemző a vízi áruszállítás, ezért ott található több, csatornaparton kialakított rakodóhely, ahol lehetőség van a közúti járműről közvetlenül a hajóra átrakodni az árut, ez a 6. ábra bal oldali részén látható. Hollandiában, Gouda városában létrehoztak olyan kijelölt rakodóhelyeket, amelyek kerékpárok számára alkalmasak, így a rakodást végző biciklik nem akadályozzák a forgalmat sem a járdán, sem az úttesten (ilyen megoldás az ételfutárok számára hasznos lehetne Budapesten is, pl. az Oktogonon található rakodóhelyek esetében.) Olaszországban, Velencében a vízi áruszállítás rendkívül fontos szerepet játszik, ezért több, hajóknak kialakított rakodót hoztak létre, egy ilyen rakodóhely látható a 6. ábra alsó részén.



6. ábra: Egyedi igényeket kiszolgáló rakodóhelyek külföldön [25]

Számos európai városban az áruszállító járművek behajthatnak a gyalogos zónákba adott időszakokban, ilyen esetben a gyalogos utcák is lényegében rakodóhelyként funkcionálnak. Budapesten a védett övezetben érvényes rakodótárcsa is ezt a szerepet látja el, 18:00 és 10:00 óra között az érvényes rakodótárcsával rendelkező áruszállító járművek legfeljebb 20 percre díjmentesen rakodhatnak a védett övezetekben, amely magába foglalja a gyalogos zónákat is [13]. Ez megkönnyíti a szállító dolgát, hiszen közelebb tud leparkolni az igénypontokhoz, viszont a gyalog közlekedőket zavarhatja adott esetben az áruszállító jármű. A 7. ábra európai gyalogos zónák behajtási korlátozásait mutatja. Balról jobbra a zónák Portugáliában (Lisszabon), Szlovéniában (Ljubljana), Ausztriában (Bécs), Dániában (Frederikshavn) és

Liechtensteinben (Vaduz) találhatóak. Látható, hogy Portugáliában a budapesti szabályozáshoz hasonlóan az éjjeli órákban végig megengedett az áruszállítás az adott gyalogos zónákban, míg a többi példában csak a reggeli órákban hajthatnak be a szállító járművek.



7. ábra: Európai városokban található gyalogos zónák jelölései [25]

A jelenlegi koncentrált rakodóhelyek működésének fejlesztése során az egyik fő kutatási irány az intelligens eszközök bevezetése a városellátási folyamatokba, hiszen ezek alkalmazása nélkülözhetetlen egy jobban követhető, szabályozható és modernebb rendszer megvalósítása érdekében. A rakodóhelyeket fel kell szerelni intelligens eszközökkel, mint például kamerákkal, kijelzőkkel és beviteli panelekkel, ezáltal biztosítva a rakodási terület modernizálását és ellenőrzését. Egy ilyen rendszer megtervezéséhez, kiépítéséhez és működtetéséhez létfontosságú, hogy elegendő adat álljon rendelkezésre a rakodókon történő folyamatokról. Ezekon felül azt is fontos megoldani, hogy a megfelelő információk tárolva legyenek, amelyeket a későbbiekben a fejlesztések során hasznosítani tudnak, hiszen adatok nélkül nem lehet, és nem is érdemes fejleszteni. [14] [27] [28]

Az intelligens rakodóhely egy olyan rendszer, amely hatékonyabbá és biztonságosabbá teheti az áruforgalmat, csökkentve a munkavállalók terhelését és az emberi hibák lehetőségét, valamint lehetővé teszi az automatizált anyagmozgatást egy adott területen belül. Az intelligens megoldások, így a jövőben az intelligens rakodóhelyek is egyre nagyobb szerepet töltenek be a city logisztikában, ahol az áruk mozgatása gyakran nagyon korlátozott térbeli feltételek mellett történik. Az ilyen típusú rendszerek segítenek csökkenteni a szállítási időt, javítják a szállítás hatékonyságát, és csökkentik az üzemanyag-fogyasztást és a károsanyag-kibocsátást [14].

Más nagyvárosokban is problémát jelent a rakodók nem elegendő száma és kialakítása, de vannak törekvések, amelyekkel fejleszthetőek a városellátási folyamatok. Például egy projekt

keretein belül Spanyolországban, Bilbao városában egy foglalási rendszert alakítottak ki, amely használatával a sofőrök előre le tudnak foglalni maguknak egy rakodási öblöt, így nem kell a parkolóhely keresésével időt tölteniük [29] [30] [31]. Ugyanezen projekt részeként Franciaországban, Lyon városában is kidolgozásra és tesztelésre került egy rakodóhely foglalási rendszer, amely hasonló alapokon nyugszik, mint a Bilbao-i, de megvalósításában némileg eltér [30] [32]. Szintén Spanyolországban, Barcelonában egy K+F projektben egy többcélú sávot hoztak létre, amely napszaktól függően más feladatot lát el, mint például buszsáv, taxisáv, vagy rakodó helyként funkcionáló sáv [33].

Külföldön már több helyen is automatizálták a városi áruszállítást egy-egy vállalat rendszerében, elsődlegesen tesztprojektek keretein belül, ezekben árukézbcsítő robotokat, autonóm járműveket alkalmaznak, illetve már a drónokat is tesztelik, hogy hogyan tudnak majd „last-mile” szállításokat ellátni [33]. A 8. ábra a Starship áruszállító robotot ábrázolja, amely környezetbarát módon tudja teljesíteni az ellátási feladatokat [14]. Ezek mind olyan technológiák, amelyekre gondolni kell a jövő city logisztikai csomópontjainak tervezésekor.

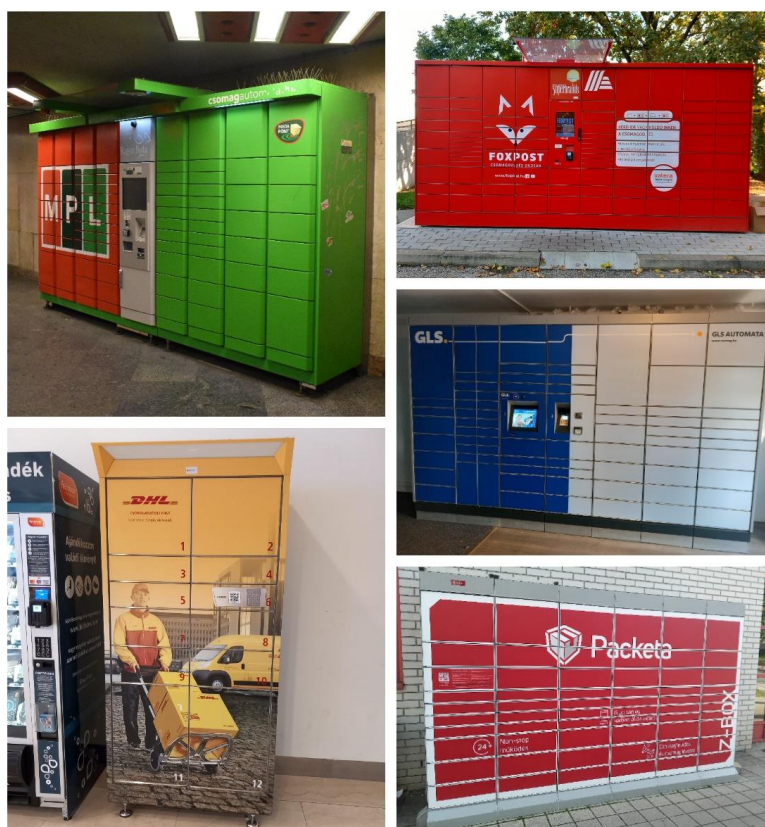


8. ábra: Starship áruszállító robot Milton Keynes-ben [14]

Fontos még megemlíteni a városi áruszállításban elterjedő cargo kerékpárokat is. Napjainkban akár már nagyobb árumennyiségeket is szállítani képes triciklik alkalmazásával, vagy négykerekű eszközök és pótkocsik használatával is hozzájárulhatunk a zöldebb áruszállításhoz [34]. Budapesten a teherkerékpáros szállítás egyre népszerűbbé válik, mint fenntartható szállítási mód, az elektromos járművek viszont még nem annyira elterjedtek (bár ezeket is egyre több logisztikai szolgáltató vállalat alkalmazza) [35] [36]. Ezeknél a rendszereknél is nélkülözhetetlen a rakodóhelyek megfelelő kiépítése és alkalmazása, amelyek képesek a speciális technológiákat is kiszolgálni, pl. a rakodóhelyeken töltési lehetőség biztosításával. Európa számos városában alkalmaznak áruszállító kerékpárokat, például

Amszterdamban, Rómában, Barcelonában, Torinóban, Prágában, Cambridge-ben, illetve Berlinben kiemelt szerepük van a városellátási folyamatokban. Budapesten a GLS és a DHL alkalmaz áruszállító kerékpárokat, számos kisebb vállalat mellett [4] [35].

Mindezek mellett egyre több csomagpont található a városokban, illetve a csomagautomaták használata is egyre jellemzőbb. Bár a felhasználók kiszolgálásakor nem szükséges emberi munkaerő, a csomagautomaták feltöltése és ürítése igényel rakodást végző operátort, tehát a csomagautomaták zavartalan működéséhez is elengedhetetlenek a koncentrált rakodóhelyek [14]. A 9. ábra több vállalat magyarországi csomagautomatáját mutatja be.



9. ábra: Különböző vállalatok csomagautomatái

Ebben a fejezetben feltártuk a city logisztikai csomópontokkal, a zónarendszerekkel, valamint a hazai és a külföldi rakodóhelyekkel kapcsolatos jellemzőket és az intelligens rakodóhelyek várható előnyeit. A feltáró kutatás eredményei megalapozzák a koncentrált rakodóhelyekkel kapcsolatos mérések végrehajtását, melyeket a következő fejezetben fogunk bemutatni.

3. A koncentrált rakodóhelyek használatának city logisztikai szempontú elemzése

Kutatásunk célja egy olyan általános, bármely város kijelölt rakodóhelyeire alkalmazható adatgyűjtési módszertan kidolgozása, amely lehetővé teszi a rakodóhelyeken történő folyamatok strukturált vizsgálatát. Célunk még ennek a módszertannak alkalmazása Budapest rakodóhelyein, a kapott eredmények alapján pedig szeretnénk olyan fejlesztési javaslatokat megfogalmazni a budapesti koncentrált rakodóhelyek hálózatának példáján keresztül, amely más városok city logisztikai rendszereinek rakodási folyamataira is alkalmazható lesz a jövőben.

A korábbi években a tanszéken már több kutatást is végeztek a budapesti rakodóhelyekkel kapcsolatban, azonban ezen mérések során az üzletek és a topológia szemszögéből vizsgálták a folyamatokat. Ezzel szemben a mi kutatásunk célja a rakodóhelyek, és az azokon történő rakodási folyamatok vizsgálata. Erre azért van szükség, mert ebben a témában ilyen jellegű információk még nem állnak rendelkezésre. Ezen adatok hiánya miatt city logisztikai szempontból nem tudunk teljesen releváns következtetéseket levonni, illetve fejlesztési javaslatokat tenni a rakodóhelyek megfelelő kialakításával és elhelyezésével kapcsolatban. Olyan mértékben nincsenek adatok a rakodóhelyek kihasználtságáról, foglaltságáról, valamint arról, hogy milyen folyamatok zajlanak rajtuk, hogy megbecsülni sem lehet, hogy számuk elegendő, kevés vagy sok, illetve megfelelő helyen és sűrűséggel vannak-e elhelyezve, megfelelő-e a méretük, vagy éppen a nyitvatartásuk.

3.1. Áruszállítási folyamatokkal kapcsolatos korábbi city logisztikai kutatások eredményei

Kutatásunk során áttekintettük a BME ALRT City Logisztikai Kutatócsoportjának a városellátás témájával kapcsolatos anyagait, ezeken belül pedig a koncentrált rakodóhelyeket érintő tanulmányokra fókuszáltunk. A városellátással kapcsolatban sok kutatási területet érintettek, mint például a koncentrált rakodóhelyek vizsgálata, az intelligens eszközök használata a rakodási folyamatokban, vagy éppen a barnamezős területek felhasználása. A koncentrált rakodóhelyek helyzetét már több szempontból is megvizsgálták, például az üzletek oldaláról, a sofőrök szemszögéből, illetve topológiai modell is készült a Váci utca bevásárlóövezetről, a rakodóhelyeket is beépítve a modellbe. [1] [37] [38] [39] [40]

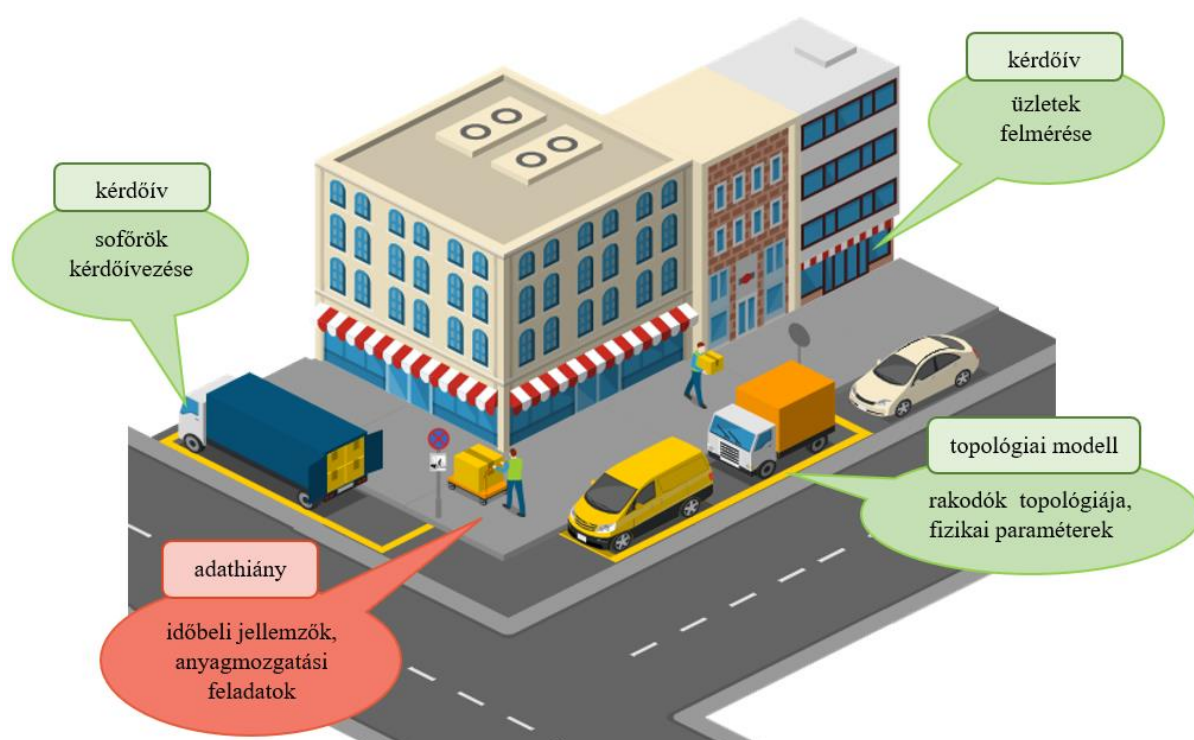
A Váci utca bevásárlóövezet topológiai modellezése során felvettek minden olyan objektumot, amely fontos lehet a bevásárlóövezetek logisztikai rendszereinek kialakítása és üzemeltetése szempontjából, majd a vizsgált területen felvették a topológiai adatokat, ezek közé tartozik például az objektumok fizikai paraméterei, földrajzi koordinátái, illetve egyéb fontos jellemzők is. A kutatás eredményeként egy olyan adatbázist hoztak létre, amely lehetővé teszi az adott bevásárlóövezetben a logisztikai folyamatok tervezését és szervezését. [37] Az elkészült city logisztikai szempontú topológiai modell felhasználásával felmérték a bevásárlóövezet igénypontjait és azok igényeit is kérdőíves vizsgálatokkal segítségével, valamint részletes elemzéseket készítettek az üzletek szempontjából az áruforgalmi jellemzőkkel kapcsolatosan. A kérdőíves felmérés eredményei igazolták azokat a feltételezéseket, hogy a jelenlegi rendszerben nem összehangolt a városi koncentrált igénypont-halmazok üzleteinek áruellátása. [1]

További tanulmány készült az intelligens eszközök alkalmazásáról a koncentrált rakodóhelyeken. A kutatás célja a különböző intelligens technológiák bevezetése volt a közforgalmú rakodóhelyeken a városi bevásárlóövezetekben. Ezek a vizsgálatok bármely kijelölt rakodóhely esetén jó kiindulási pontot jelentenek, így más városok esetén is megoldásként szolgálhatnak a rakodók hálózatának fejlesztésére. [38]

A koncentrált rakodóhelyeken történő rakodási folyamatok fő résztvevői a szállításokat végző sofőrök, így az ő nézőpontjukból is készült kutatómunka. A kutatás eredményei megerősítették a már korábban definiált problémákat, illetve rámutattak olyan rendszerszintű hiányosságokra, amelyek leginkább hátráltatják a folyamatokat. A tanulmány során készített kérdőívben szereplő jelentős problémák nagy része az igazgatással és az irányítással hozható párhuzamba. A válaszokból kiderült, hogy a rakodások többsége nem kijelölt rakodóhelyeken történik, illetve rakodótárcsát sem használnak, azaz többnyire inkább szabálytalanul végzik a rakodást, viszont ennek ellenére sem jellemző, hogy büntetést kapnak. Megállapították tehát, hogy a jelenlegi rendszer nem következetes, a szabályokat nem tartják és nem tartatják be, amely megnehezíti a rakodási folyamatok hatékony működését. [39]

A koncentrált rakodóhelyek témaköréhez közvetlenül ugyan nem kapcsolódó, de jelentős fejlesztési lehetőség Budapest barna zónás területeinek logisztikai hasznosítása, raktárak, elosztó központok vagy cross-docking átrakóhelyek formájában (utóbbi eset jelentős hatással lenne a koncentrált rakodóhelyek rendszerére is). [40]

A 10. ábra egy rakodási folyamatot bemutató modellt ábrázol, amelyet az Icograms program segítségével készítettünk el. A korábbi évek kutatásai más-más szempontból vizsgálták a rakodóhelyek működését, ezeket foglaltuk össze az ábrán. Zölddel jelöltük a már vizsgált nézőpontokat és adatokat. Topológiai modell segítségével felépítették a rakodók topológiáját és felmérték azok fizikai jellemzőit, kérdőívek alkalmazásával pedig felmérték az üzletek áruszállítással és rakodással kapcsolatos jellemzőit, valamint a sofőrök szállítási és rakodási szokásait. Pirossal az adatgyűjtési módszertan még hiányzó eleme látható, az időbeli jellemzőket és az anyagmozgatási feladatokkal kapcsolatos szükséges adatokat mérések segítségével pótoljuk kutatásunk következő lépéseiben.



10. ábra: Korábbi city logisztikai kutatásokból gyűjtött adatok

Az eddigi kapcsolódó kutatások nem a koncentrált rakodóhelyeken történő fizikai rakodási folyamatokat vizsgálták, csak kérdőívezéssel gyűjtöttek be korlátozott részletességű adatokat. Ezzel szemben mi az adatok hiányosságának pótlása érdekében kidolgoztunk egy olyan módszertant, amely lehetővé teszi a rakodási folyamatok részletes vizsgálatát. A módszertan alkalmas a folyamatok jellemzőinek felmérésére, valamint a folyamatok mennyiségi szempontból való vizsgálatára.

Elsőként egy feltáró mérést végeztünk el, amely során a budapesti koncentrált rakodóhelyek egy részét tártuk fel. Erre azért volt szükség, hogy a későbbiekben rendelkezésünkre álljon az általunk kijelölt mérési területen elhelyezkedő rakodók pontos lokációja, a koncentráltaságuk az

3.2. Feltáró mérés a budapesti rakodóhelyekről

[illegible]

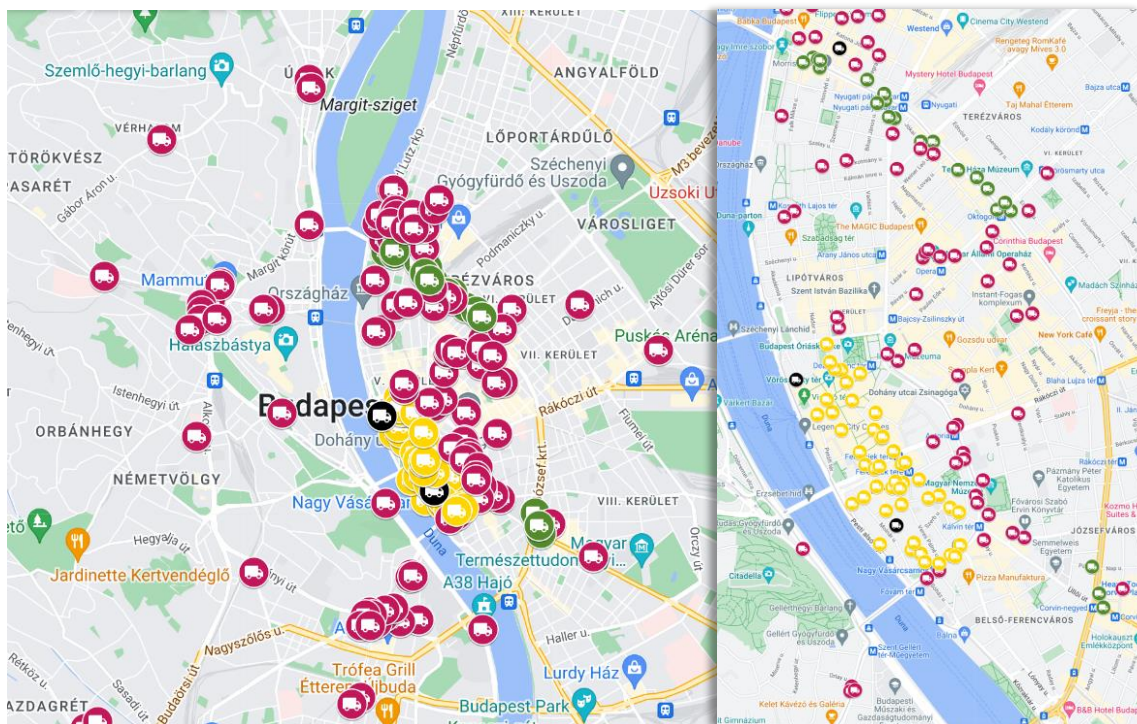
Ahhoz, hogy a későbbiekben fejlesztési javaslatokat tudjunk adni a budapesti rakodók hálózatának fejlesztésére, első lépésként felmérést végeztünk a rakodóhelyek helyéről és állapotáról. Ehhez Budapest kiemelt jelentőségű belvárosi területeihez tartozó rakodóhelyeket vizsgáltunk meg, többek között a Váci utca bevásárlóövezetet és környékét, valamint a

Nagykörúton az Oktogont és a Nyugati teret (valamint a kutatási projekt ideje alatt egyéb helyszíneken útba eső és így megfigyelt további rakodókat). Ezek a területek azért jelentősek city logisztikai szempontból, mert itt az igénypontok fokozott koncentrátsággal helyezkednek el [41] [42]. A megfigyelés során a rakodóhelyek használatát már előzetesen is megfigyeltük, így a kapott ismereteket felhasználhattuk a mérések megtervezéséhez. A 12. ábra néhány felmért rakodóhelyet szemléltet (Ráday utca, Baross utca, Klauzál tér, Király Pál utca).



12. ábra: Néhány budapesti koncentrált rakodóhely

A felmért rakodóhelyek koordinátáinak felvételéhez a GPS Coordinates nevű alkalmazást használtuk, amelyben minden rakodóhely pontos helyét elmentettük. A programból exportáltuk az adatokat MS Excel-be. A rakodóhelyek neveit és koordinátáit egy táblázatban foglaltuk össze, ez az **Hiba! A hivatkozási forrás nem található..** mellékletben megtalálható. A koordináták alapján felhelyeztük a rakodóhelyeket egy térképre, amelyhez a Google Maps-t használtuk, valamint az elkészített képeket is hozzárendeltük a megfelelő rakodóhelyekhez. A kutatásunk során 192 darab rakodóhelyet vettünk fel a térképre, de az adatbázisunk folyamatosan bővítés alatt áll. A jelenlegi térképes adatbázist a 13. ábra szemlélteti. A használaton kívüli rakodókat külön megjelöltük adatbázisunkban, ezek a későbbi méréseknél sem voltak relevánsak (az ábrán feketével jelöltük őket). A fővárosi fejlesztések szempontjából kiemelt Nagykörút mentén elhelyezkedő rakodóhelyeket zölddel, a Váci utca bevásárlóövezet területéhez kapcsolódó rakodóhelyeket pedig sárga színnel emeltük ki, a további rakodóhelyeket lilával jelöltük.



13. ábra: A felmért budapesti rakodóhelyek Google Maps-en

Több használaton kívüli rakodóhellyel is találkoztunk, amelyek jelenleg például építkezés miatt nem alkalmasak rakodásra, ezek a mérések során sem voltak relevánsak. Ezeket a rakodókat a 14. ábra gyűjti össze.



14. ábra: Használaton kívüli rakodóhelyek

A feltérképezés során többször tapasztaltuk, hogy a nem megfelelően kijelölt és kialakított koncentrált rakodóhelyek miatt gyakran szabálytalanul végzik az áruk rakodását, erre példákat a 15. ábra mutat.



15. ábra: Példák szabálytalan rakodásokra

A rakodóhelyek állapotát befolyásoló tényezők nagy mértékben függenek az adott várostól és helyszíntől. A megfelelő működés érdekében szükséges, hogy a rakodókat karbantartsák. Ez többek között magába foglalja az útburkolat, a felfestés és a jelölő tábla gondozását. A Budapesten található koncentrált rakodóhelyek többségén a felfestések jelentősen kopottak, a jelzőtáblák közül pedig sok rongált, hiányos vagy sérült, ezeket a felmérés során is tapasztaltuk. A 16. ábra néhány nem megfelelően karbantartott budapesti koncentrált rakodóhelyet szemléltet.



16. ábra: Példák nem megfelelően karbantartott budapesti rakodóhelyekre

A rakodók bejárása során több érdekes példát is láttunk arra, hogy hogyan jelölték meg, vagy kerítették el egyes rakodóhelyeket. Mivel ezek nem privát rakodóhelyek, így ezek elkerítése szabálytalan, de mivel ezt nem ellenőrzik, így a gyakorlatban semmilyen probléma nem ered ebből az elkerítést végrehajtó részére. A 17. ábra felső részén bójákat alkalmaztak,

alul pedig egy szalaggal zárták el a rakodót, így ezek olyan rakodóhelyek voltak, ahol nem érdemes méréseket végezni a használati lehetőségek korlátozása miatt.



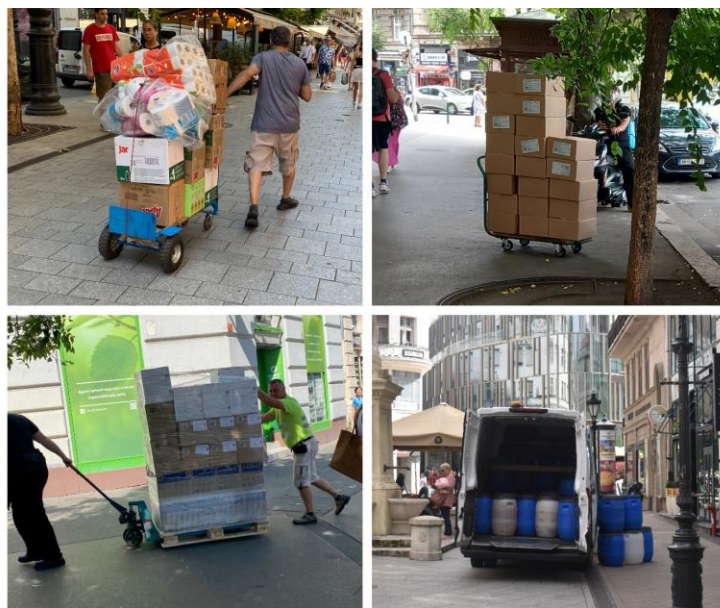
17. ábra: Rakodók megjelölése, elkerítése

Az általunk látott rakodások többségét kézzel végezték, vagy kézikocsikat alkalmaztak, erre példákat a 18. ábra mutat.



18. ábra: Példák anyagmozgatási módokra

Az áruk legtöbbször dobozokban, rekeszekben és ládáknak érkeztek, de láttunk példát hordókra, vagy egységrakományos szállításra is, erre példákat a 19. ábra szemléltet.



19. ábra: Példák szállítási egységek típusaira

Szerencsére több környezetbarát megoldással is találkoztunk a rakodóhelyek felmérése során. Ezekkel fontos lesz számolni a későbbiekben, hiszen a rakodóhelyeknek ki kell tudni szolgálni ezeket a járműveket is. Például cargo kerékpáros rakodók kialakítására is szükség lesz, valamint az elektromos járműveket is lehetne addig tölteni, amíg a rakodás zajlik, tehát töltőket is érdemes lehet majd elhelyezni a rakodóhelyeknél, amennyiben az elektromos járművek aránya átlép egy kritikus szintet. A 20. ábra az általunk látott Hajtás-Pajtás-GLS cargo kerékpárokat gyűjti össze, a 21. ábra pedig elektromos járművekre mutat példákat.



20. ábra: Cargo kerékpárok különböző megjelenési formái



21. ábra: Példák elektromos kistehergépkocsokra

A rakodóhelyek körbejárásával felmértük az aktuális helyzetet, valamint azt is, hogy a rakodások során milyen paramétereket érdemes mérni a későbbiekben.

3.3. A budapesti rakodóhelyek folyamatainak részletes mérése

A folyamatok mérésére két módszert tudunk alkalmazni, vagy tényleges mérést végzünk a rakodóhelyeknél, vagy meglévő nyilvános kameraképek felvételeiből nyerjük ki a szükséges információkat. A mérés előkészítéseként összeállítottunk egy mérőlapot, hogy a gyűjtött információk alkalmasak legyenek a felhasználásra. Ez alkalmazható mindkét mérési módszer esetén.

3.3.1. *Mérőlap felépítése*

Azzal a céllal, hogy a mérés során az adatokat strukturáltan tudjuk gyűjteni, majd a későbbiekben feldolgozni, egy mérőlapot készítettünk el. Az összeállítás során arra törekedtünk, hogy a legtöbb területi, környezeti és egyéb igénynek megfelelően alkalmazható legyen a mérőlap (így akár tetszőleges külföldi városokban is alkalmazható legyen), valamint, hogy könnyen értelmezhető és használható kialakítást kapjon. A mérőlap elkészítésekor figyeltünk az általános összeállítási alapelvek követésére. Először definiáltuk a mérésünk céljait, illetve azt, hogy milyen információkra van szükségünk. Ezt követően lehatároltuk a vizsgálandó területeket és meghatároztuk a mérni kívánt jellemzőket. A mérőlap struktúráját egyértelműen és könnyen érthetően építettük fel, és a többszöri felhasználás érdekében konzekvens formai kialakítást alkalmaztunk. Ezek az alapelvek hozzájárultak ahhoz, hogy a mérőlap hatékony és hasznos eszköz legyen a szükséges mérésekhez. [43]

A mérőlapot elsőként egy próbamérés során teszteltük, hogy mindenképpen a megfelelő tényezőket vizsgáljuk. A mérőlapot a következők szerint építettük fel. Minden mérőlap rendelkezik egy sorszámmal, illetve a fejlécben rögzítésre kerül a mérés dátuma, kezdete és vége, valamint a mérést végző személyek. További komponensek még a vizsgált rakodó címe, sorszáma, hogy a hely mikor funkcionál rakodóként, illetve a rakodó hossza.

A mérőlapon az alábbi szempontokat vettük fel: mérés azonosítója (mérés_ID), a jármű érkezési és távozási ideje (érkezés, távozás), illetve, hogy mikor kezdik és mikor fejezik be a rakodást (rakodás kezdete, rakodás vége). A jármű adataira vonatkozó mezők a rendszám (jármű rendszáma), a típus (jármű típusa), és az esetlegesen leolvasható cég neve (cég). A szállított áruval kapcsolatos jellemzők a szállított mennyiség (egység mennyisége), az egység (egység típusa), az áru fajtája (áru típusa) és a szállítóeszköz típusa (szállítóeszköz), például úgy, hogy 10 ládányi élelmiszert hoznak négykerekű kézikocsival. További rögzítendő információk voltak, hogy melyik üzletbe (igénypont címe) szállítják az árut, illetve, hogy az milyen messze van a rakodóhelytől (távolság az igénypontig). Utolsó szempontként a rakodás szabályosságát vizsgáljuk, amelyhez részleteket a megjegyzésekbe írhatunk.

3.3.2. *Próbamérés menete*

Azért, hogy a mérőlap kialakításának helyességét ellenőrizzük, próbamérést végeztünk. A helyszíni próbamérés során négy rakodóhelyet mértünk fel az Irányi utca és a Veres Pálné utca kereszteződésében. A próbamérés során 46 darab megállást rögzítettünk, ebből 15 darab volt tényleges rakodás, a többi esetén csak személyautók álltak meg, vagy parkoltak le. A próbamérés során szerzett tapasztalatok alapján további szempontokat vettünk fel a mérőlapra. Felvettük, hogy az áruszállító járműveknek van-e rakodótárcsája látható helyen, illetve, hogy kezelnek-e visszárut. Az Irányi utca 21. című rakodóhoz tartozó kitöltött mérőlap példaként a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található..** mellékletben megtalálható.

A próbamérés alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy a továbbiakban csak a látótávolságon belül lévő kiszolgált igénypontok címét és távolságát fogjuk rögzíteni, ugyanis a mérés során ezeket nehezen tudtuk feljegyezni (minden egyes üzlet kiszolgálása során követni kellene a rakodást végzőket, ez pedig vagy extra erőforrásokat igényelne, vagy emiatt következő rakodási műveletek mérése maradna el). Korrigálás és kiegészítés után a mérőlap helyesnek bizonyult, és alkalmasnak találtuk az adatok strukturált rögzítésére. Az elkészült mérőlap a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található..** mellékletben megtalálható.

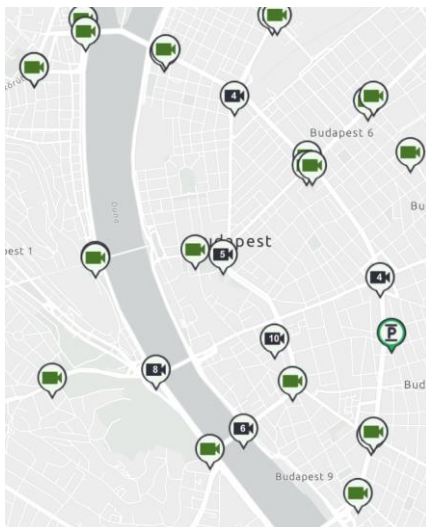
A próbamérés után az adatokat feldolgoztuk, szűrtük és rendszereztük. Ezután egy előzetes kísérlettervezés következett, amely során meghatároztuk a szükséges mérésszámot [44].

A konkrét paraméterek mérése során a folyamatra jellemző értékeket vizsgáltuk. Minden sorra, azaz minden rögzített megállásra meghatároztuk a koncentrált rakodóhelyen való tartózkodási időt, ezt az érkezési és a távozási időpont különbségként kaptuk meg. Ha rakodás történt, akkor annak hosszát a rakodás kezdetéhez és a rakodás végéhez tartozó időadatokból határoztuk meg. A rakodási egységek mennyiségét is vizsgáltuk, mint folyamatra jellemző érték. A mérési adatok szűrése után 46 sort kaptunk, ebből 15 alkalommal rakodás is történt. Mindhárom vizsgált érték esetén meghatároztuk az adatsor átlagát és szórását. 90%-os megbízhatóság és 10%-os maximális relatív hiba mellett meghatároztuk a szükséges mérésszámokat. A tartózkodási idő alapján 296, a rakodási időt nézve 102, a rakodási egységek esetén pedig 275 mérésre volt szükségünk az előzetes kísérlettervezés alapján.

Vizsgáltuk még a mérésszám szempontjából a rakodóhelyeken tartózkodó járművek előfordulási gyakoriságát is. A járműveket 3 fő csoportba soroltuk: rakodó járművek, munkás- és személyautók, illetve taxik. Az egyéb kategóriába – amit figyelmen kívül hagytunk a szükséges mérésszám vizsgálata során – kerültek többek között a kisbuszok, motorok, robogók, mentő- és rendőrautók. Meghatároztuk a legkisebb előfordulási arányt (taxi, 10,9%), majd 90%-os megbízhatóság és 10%-os megengedett relatív hiba mellett kiszámítottuk a szükséges mérésszámot, amely 1347 mérésnek adódott. Összességében tehát a különböző módszerek és szempontok alapján azt kaptuk, hogy minimum 1347 mérést kell végeznünk ahhoz, hogy az előbbi peremfeltételek mellett releváns következtetéseket tudjunk levonni a mérési adatokból. A teljes mérési folyamat közben rendszeresen aktualizáltuk a szükséges mérések számát.

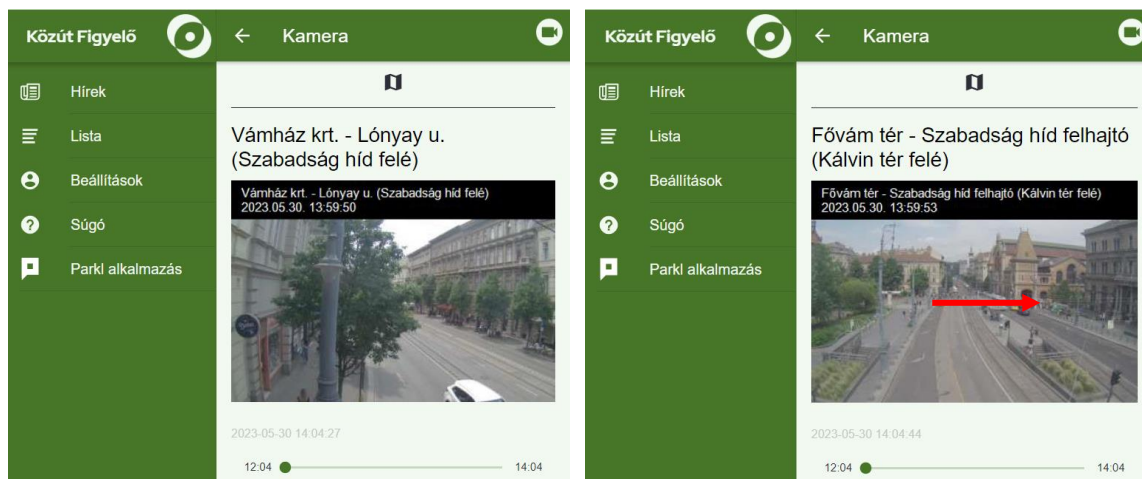
Általános esetben a helyszíni méréssel pontos eredményeket tudunk kapni, viszont nagy a mérés idő- és erőforrásigénye. Mivel időben ritkán történnek rakodások a koncentrált rakodóhelyeken, illetve sokszor szabálytalanul használják azokat, ezért viszonylag sok idő alatt lehet egy rakodást lemérni. Ezek okán a helyszíni próbamérés mellett kameraképes próbamérést is végeztünk, mivel a kameraképes mérés felgyorsítaná és egyszerűsítaná az adatgyűjtést a tényleges méréssel szemben, hiszen a felvételek gyorsíthatók, valamint bárholnan hozzájuk lehet férni. Ehhez először átnéztük a budapesti közúti forgalomfigyelő kamerák képeit, hogy megtudjuk, melyek alkalmasak arra, hogy a mérés során adatokat nyerjünk ki belőlük a rakodási folyamatokkal kapcsolatban. A méréshez a Budapest Közút Zrt. Közúti Figyelő kameraképei álltak rendelkezésünkre [45]. Összesen 638 darab forgalomfigyelő kamera található

Budapesten, amelyekhez hozzá lehet férni [46]. A mért területen elhelyezkedő kamerák pozícióját a 22. ábra szemlélteti [45].



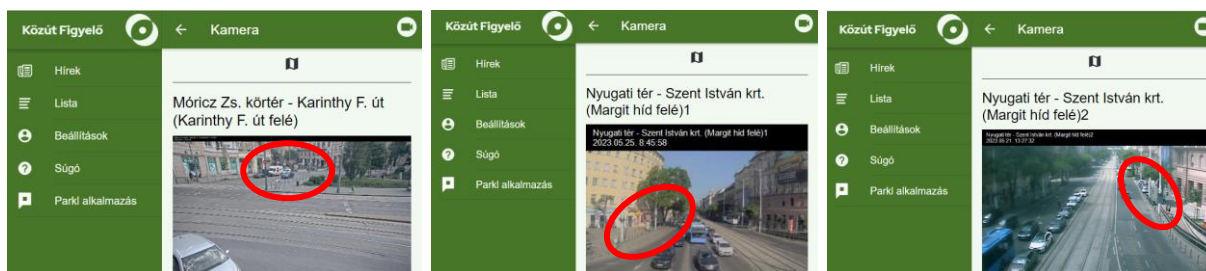
22. ábra: Forgalomfigyelő kamerák pozíciója a mért terület környezetében [45]

A kameraképes próbamérés alapján arra jutottunk, hogy az elérhető közúti forgalomfigyelő kamerák nem megfelelően vannak elhelyezve számunkra, így csak nagyon kevés koncentrált rakodóhelyre látunk rá. Több esetben is volt ugyan kamera a rakodóhely közelében, viszont ezek a kamerák elsősorban az utakat veszik. A 23. ábra bal oldali kameraképén a fa kitakarja a rakodóhelyet, a jobb oldalin pedig nyíllal jelöltük a nem látható rakodó helyét.



23. ábra: Közúti figyelőkamerák a Vámház körúton és a Fővám téren [45]

Az előzőekben felsorolt problémákból kifolyólag csak három rakodót tudtunk volna megfigyelni, ám ezek is csak messziről és egyáltalán nem tisztán látszódtak, ezeket a rakodóhelyeket pirossal bekarikáztuk a kameraképeken, ezt a 24. ábra szemlélteti.

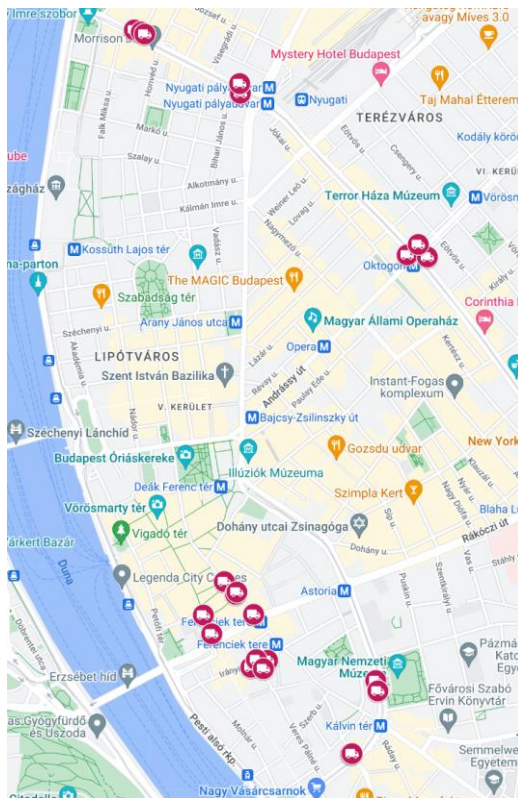


24. ábra: Közúti figyelőkamerák a Móricz Zsigmond körtéren és a Nyugati téren [45]

A kameraképes próbamérés során több problémával is szembesültünk. A kép nagyon rossz minőségű volt, valamint csak 8-10 percenként frissültek a képkockák. Csak az látszódott a kameraképen, hogy áll-e ott jármű, illetve annak hozzávetőleges mérete volt megállapítható. A felvételek nem voltak alkalmasak arra, hogy megkülönböztethető legyen a parkolás és a rakodás. A rakodási folyamatok fontos jellemzőit sem lehetett látni, például a rakodás eszközt, a rakodási egységet és mennyiséget, valamint a legtöbb esetben a rakodás kezdete és a vége sem volt megállapítható. Ezen problémákból adódóan végül csak helyszíni méréseket végeztünk a továbbiakban.

3.4. Részletes mérés menetének ismertetése

A próbamérésen tesztelt mérőlap kiegészítése után megkezdtük a tényleges helyszíni méréseket az egyes koncentrált rakodóhelyeken. Két fő területet jelöltünk ki, ahol számos igénypont helyezkedik el és a fővárosi city logisztikai fejlesztések szempontjából is kiemelt fontosságúak. Az egyik a főváros leginkább frekvenciált bevásárlóövezete, a Váci utca bevásárlóövezet és környéke, a másik pedig a Nagykörúton található Szent István körút és Teréz körút egy része. Összesen 22 darab rakodóhelyen mértünk rakodási folyamatokat, a nagyobb koncentráltaságú és forgalmú helyeken több mérést is végeztünk. A mért rakodóhelyek megválasztása során arra figyeltünk, hogy igénypont-csoportosulásokat [1] szolgáljanak ki, ezáltal nagyobb forgalmat tudjunk mérni és nagyobb mintát vizsgálhassunk a későbbiekben. Továbbá az is szempont volt, hogy lehetőleg több rakodón tudjuk egyszerre mérni a rakodási folyamatokat, hatékonyabbá téve a mérési folyamatot. A felmért koncentrált rakodóhelyekből 8 csoportot alakítottunk ki, mindegyik csoporthoz 2-4 rakodót soroltunk. A csoportosítást területi alapon végeztük, az egymáshoz közel elhelyezkedő rakodókat tettük egy csoportba. A 25. ábra szemlélteti a kialakított csoportokat, amelyek pontos neveit az 1. táblázat foglalja össze.



25. ábra: A 22 rakodóhely, amelyen a méréseket végeztük

1. táblázat: A méréshez kijelölt rakodóhelyekből kialakított csoportok

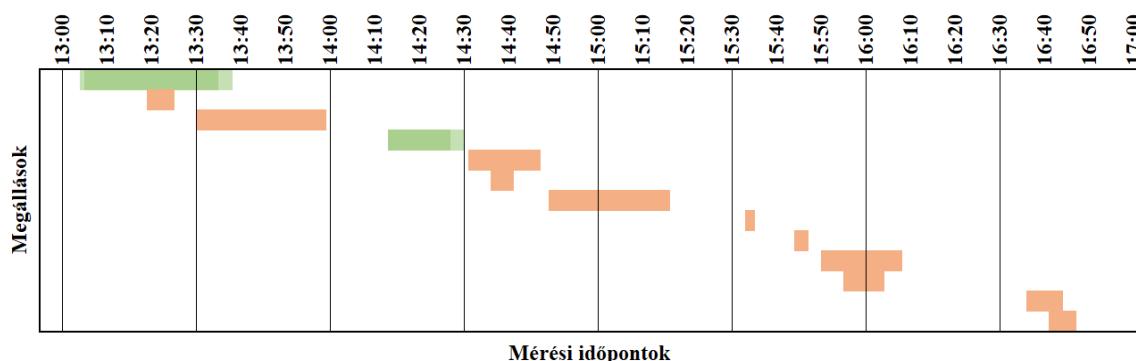
A méréshez kijelölt rakodóhelyekből kialakított csoportok			
csoport száma	rakodóhelyek címe	csoport száma	rakodóhelyek címe
1.	1052, Váci utca 32.	5.	1055, Nyugati tér 6.
	1052, Váci utca 33.		1137, Szent István körút 30.
2.	1053, Irányi utca 21.	6.	1052, Petőfi Sándor utca 2.
	1056, Irányi utca 25.		1052, Petőfi Sándor utca 8.
	1053, Veres Pálné utca 10.		1052, Petőfi Sándor utca 9.
	1053, Veres Pálné utca 12.		1052, Petőfi Sándor utca 12.
3.	1066, Oktogon 1	7.	1137, Szent István körút 8.
	1067, Oktogon 3		1136, Tátra utca 1.
	1067, Oktogon 4		1136, Tátra utca 2.
4.	1053, Királyi Pál utca 15.	8.	1053, Múzeum körút 31-33.
	1053, Királyi Pál utca 20.		1053, Múzeum körút 37.

A mérések elvégzését követően – a próbaméréshez hasonlóan – az adatokat feldolgoztuk, szűrtük és rendszereztük. Ezt követően összesítettük a mérőlapokat, és egy visszamérést végeztünk, amely alapján meghatároztuk, hogy az egyes szempontok szerint végzett mérésszámok függvényében milyen megbízhatóságot kapunk [44]. 10%-os megengedett relatív hibával számolva, a tartózkodási időt vizsgálva 93,97%, a rakodási időt nézve 81,36%, a rakodási egységek esetén pedig 78,75%-os megbízhatósági értékeket kaptunk. Végül a rakodóhelyeken tartózkodó járművek előfordulási gyakorisága alapján 77,88% lett a

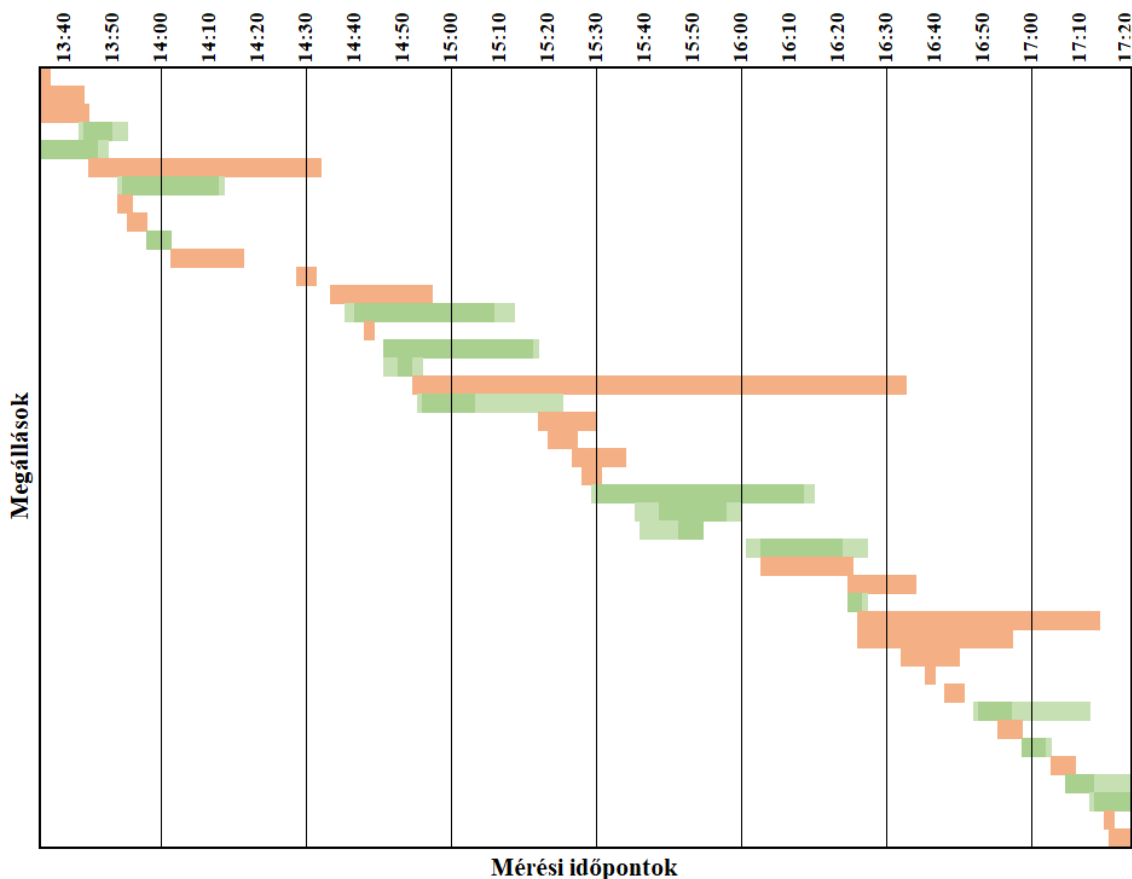
megbízhatóság. 15%-os relatív hiba esetén is megnéztük a megbízhatósági értékeket: tartózkodási idő – 99,51%, rakodási idő – 95,22%, rakodási egységek száma – 93,82%, járművek előfordulási gyakorisága – 87,54%. A számolás során viszonylag magas megbízhatósági értékeket kaptunk, a kapott eredmények szignifikánsak, így releváns következtetéseket tudunk majd levonni a mérési adatokból az előbbi peremfeltételek mellett.

3.5. Mérési eredmények elemzése

A mérések során készült mérőlapok alapján Gantt-diagramokon ábrázoltuk azt, hogy egy adott rakodón történő tevékenységek hogyan zajlottak az idő függvényében. A diagramok jól szemléltetik a rakodóhelyek időbeli foglaltságát és kihasználtságát. Pirossal jelöltük azokat a megállásokat, amelyek során nem történt rakodás, ezek többsége személyautók, munkásautók és taxik voltak. A rakodó járművek tartózkodása zöld színű, világosabb zölddel szemléltettük a konkrét rakodás idejének hosszát, sötétebbel pedig a rakodón nem rakodással töltött időt. Az elkészített Gantt-diagramok felépítése különböző, amelyek jól szemléltetik, hogy a rakodókon eltérő arányban zajlanak az egyes tevékenységek. A 26. ábra és a 27. ábra két darab, négy órás időtartamú mérés Gantt-diagramjait szemlélteti. A 26. ábra a Tátra utca 1. című rakodó foglaltságát és kihasználtságát ábrázolja. Ezen a rakodón jelentősen kevesebb számú megállás és rakodás történt (4 óra alatt 13 megállás, ebből 2 rakodás), mint a Váci utca 32. című rakodón, hiszen a 27. ábra diagramjáról egyértelműen leolvasható, hogy az adott rakodóhely túlterhelt (4 óra alatt 43 megállás, ebből 17 rakodás). Tehát ezek alapján is feltételezhető, hogy a kijelölt rakodóhelyek hálózati kialakítása nem optimális, jól láthatók a jelenlegi problémák, valamint az ellenőrzési rendszer hiányosságai is jól megfigyelhetők, hiszen a rakodóhelyeket sok esetben nem is rakodásra használják.



26. ábra: Gantt-diagram Tátra utcai rakodó (2023. 07. 31. 12:55-17:00)



27. ábra: Gantt-diagram Váci utcai rakodó (2023. 07. 18. 13:35-17:20)

A koncentrált rakodóhelyeken végzett mérések alkalmával megfigyelt járművek típus szerinti megoszlását előfordulási gyakoriság, illetve tartózkodási idő alapján is megvizsgáltuk, a kapott előfordulási arányokat a 28. ábra és 29. ábra szemlélteti. Öt járműtípust különböztettünk meg: rakodó járművek, személyautók, munkásautók, taxik és egyéb járművek. Az arányok hasonlóan alakultak mindkét szempont esetében, a rakodó járművek a gyakoriság és a tartózkodási idő alapján is többségben vannak, ezen kívül még a rakodóhelyeket szabálytalanul elfoglaló személyautók tettek ki jelentősebb hányadot.



28. ábra: Járművek típus szerinti megoszlása előfordulási gyakoriság alapján (N=787)



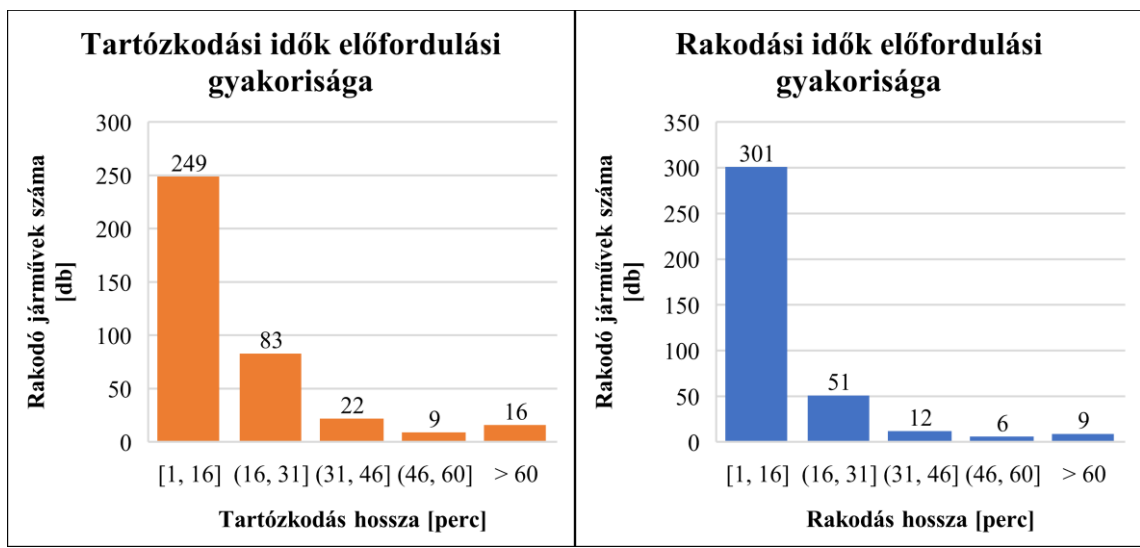
29. ábra: Járművek típus szerinti megoszlása tartózkodási idő alapján (N=787)

A 2. táblázat segítségével összegyűjtöttük a rakodó járművekkel kapcsolatos jellemző időértékeket, amelyek a rakodóhelyen nem rakodással töltött idő, a rakodási idő és az előző kettő összegeként kapott tartózkodási idő.

2. táblázat: Jellemző időértékek a rakodó járművek esetén (N=379)

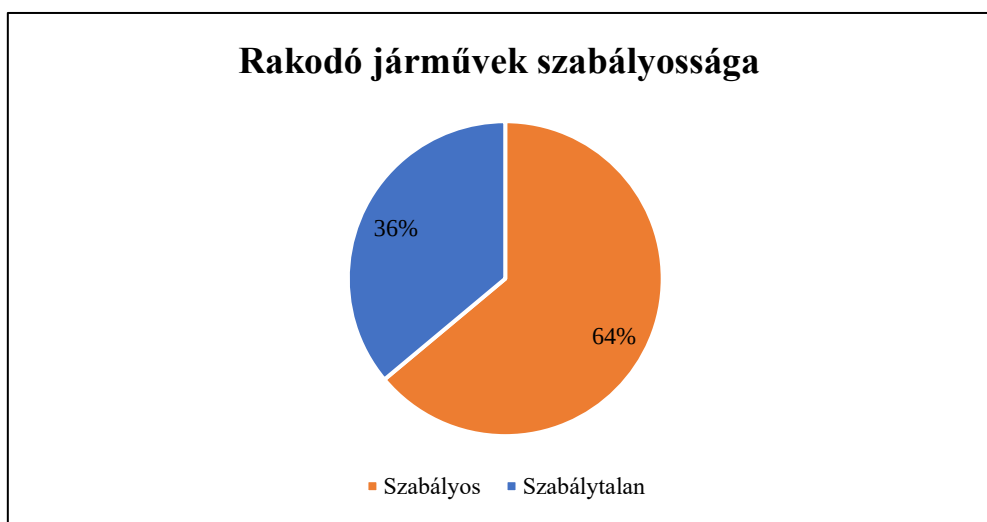
Jellemző időértékek a rakodó járművek esetén				
	átlag	szórás	minimum	maximum
tartózkodási idő [perc]	18,4	22,5	2	198
rakodási idő [perc]	13,3	19,6	1	193
rakodóhelyen nem rakodással töltött idő [perc]	5,1	8,3	0	67

A 30. ábra a rakodó járművek tartózkodási és rakodási idők előfordulási gyakoriságát mutatja. Látható, hogy mind a tartózkodás, mind a rakodás esetében a körülbelül negyedórás időtartam a legjellemzőbb.



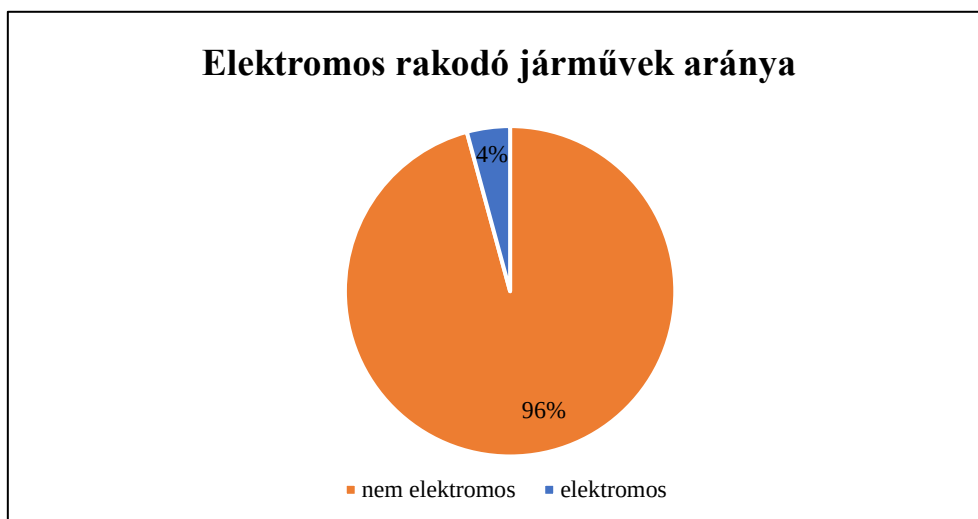
30. ábra: Tartózkodási és rakodási idők előfordulási gyakorisága (N=379)

Az általunk mért rakodások többsége szabályosan zajlott, azonban láttunk példát szabálytalan rakodásokra is, amely az esetek 36%-át tette ki, ezt a 31. ábra szemlélteti. Ilyenkor felírtuk, hogy miként volt szabálytalan az adott folyamat. Leggyakrabban a rakodóhelyeken parkoló személy- és munkásautók miatt nem fértek oda a rakodó járművek, így részben vagy egészen a járdán, vagy az úton álltak meg. Olyan is előfordult, hogy a többi, szabályosan rakodó járműtől nem fértek oda, vagy egyszerűen csak nem ott álltak meg, még akkor sem, ha lett volna hely (pl. beálltak az üres rakodóhely mellé, elakadásjelzővel megálltak az úton vagy a járdán, vagy a taxiállomást használták a rakodóhely helyett).



31. ábra: Rakodó járművek szabályossága (N=366)

A mérések során azt is feljegyeztük, hogy egy adott rakodó jármű elektromos-e. Az általunk vizsgált rakodási folyamatoknál a járművek mindössze 4,22%-a volt elektromos, amelyet a 32. ábra szemléltet, ezt mutatja, hogy ezek aránya még nem jelentős Budapesten.



32. ábra: Elektromos rakodó járművek aránya (N=379)

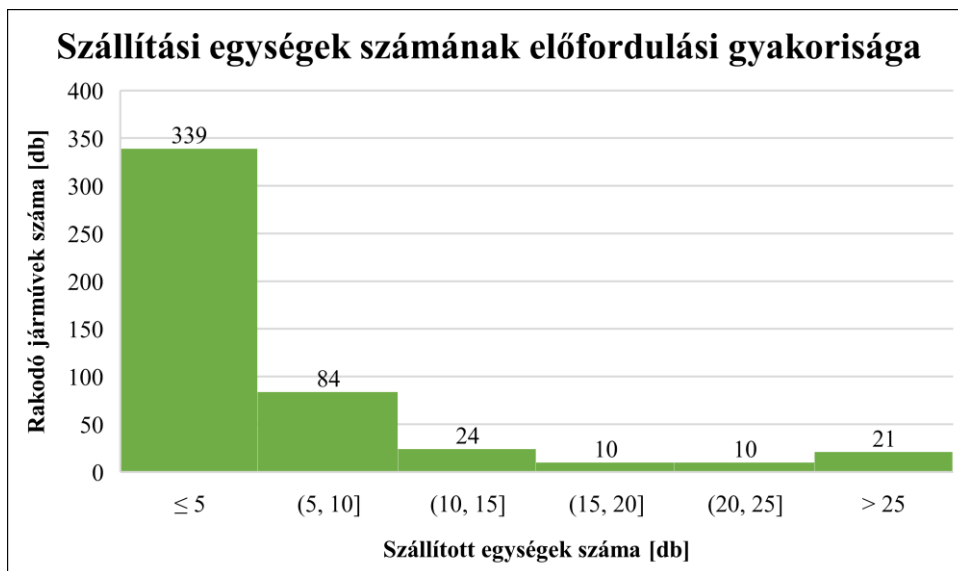
A rakodás során használt járműveket három csoportra osztottuk: nem elektromos tehergépkocsi, elektromos tehergépkocsi és cargo kerékpár, amely közül volt olyan is, amely elektromos segédhajtással rendelkezik. Itt is megvizsgáltuk a jellemző időértékeket, azaz a tartózkodási időt, a rakodási időt és a rakodóhelyen nem rakodással töltött időt. A nem elektromos tehergépkocsik rakodási és nem rakodással töltött átlagideje jelentősen magasabb, mint az elektromos járművéké, így a rakodóhelyen való tartózkodási átlagideje is több. Ennek egyik oka az, hogy elektromos jármű sokkal ritkábban fordult elő a mérések során, így csak igen kevés adatból tudtunk dolgozni. Az elektromos kerékpárok átlagos időértékei a legkisebbek, hiszen az ő esetükben az áruk szállítása jellemzően kevés számú, kis méretű egységekben történik, viszonylag gyorsan. A 3. táblázat az elektromos rakodó járművekkel kapcsolatos jellemző időértékeket foglalja össze.

3. táblázat: Jellemző időértékek az elektromos rakodó járművek esetén (N=16)

Jellemző időértékek az elektromos rakodó járművek esetén				
	átlag	szórás	minimum	maximum
tartózkodási idő [perc]	9,1	5,6	2	21
rakodási idő [perc]	7,8	5,8	1	20
rakodóhelyen nem rakodással töltött idő [perc]	1,3	1,5	1	6

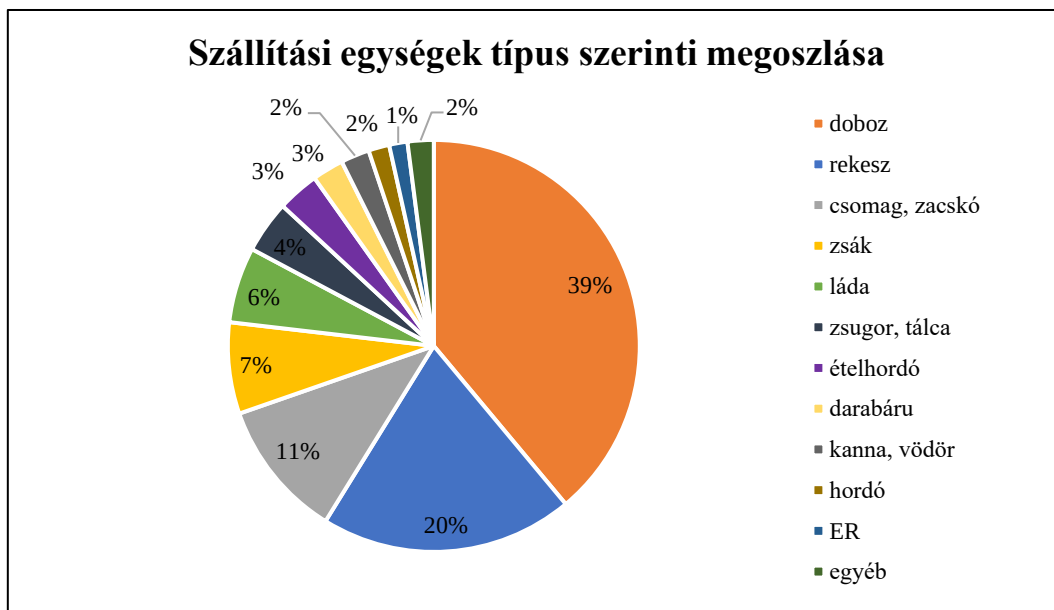
A rakodási folyamatok mérése során feljegyeztük a szállítási egységek számát, amelynek előfordulási gyakoriságát a 33. ábra szemlélteti. Átlagosan hat darab egységet mozgattak egy

szállítási alkalommal. Bár az esetek 70%-ban egy és öt közé esett az egységyszám, az adatsor szórása (9,76) viszonylag magas, hiszen előfordultak olyan szállítások, amelyek során száz feletti egységet rakodtak, azaz jelentős az egységek számának változékonysága.



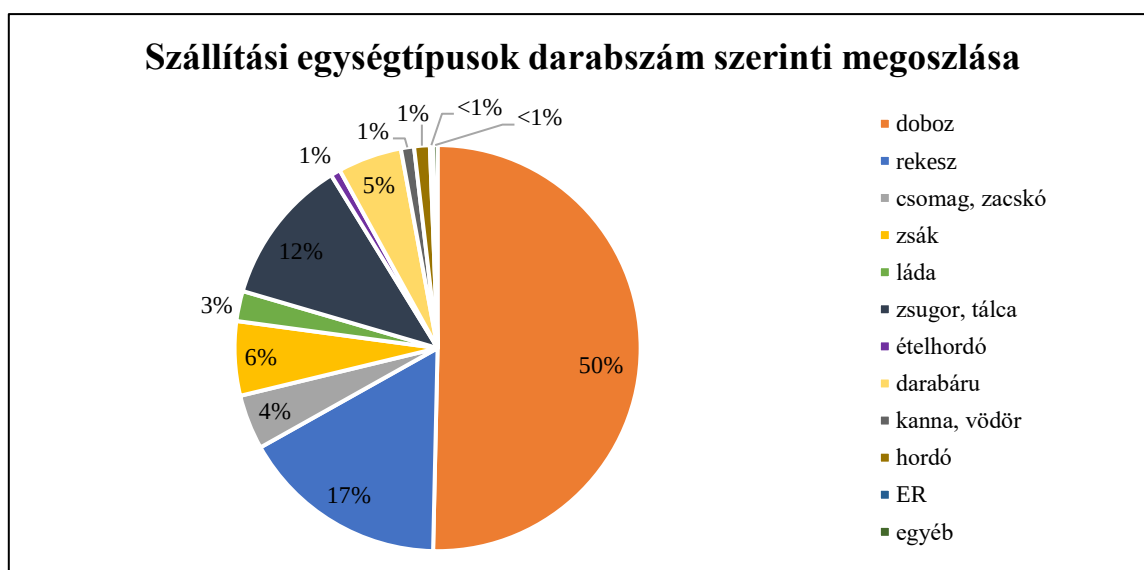
33. ábra: Szállítási egységek számának előfordulási gyakorisága (N=488)

A mérések során azt is feljegyeztük, hogy milyen egységben érkezik az áru. Leggyakrabban dobozos egységeket alkalmaztak, ez az esetek közel 40%-át tette ki. Jelentős volt még a rekeszek, csomagok, és zacskók száma is. Ezeken kívül szállítottak még árut zsákokban, ládákban, tálcákon, kannákban és hordókban is. Az előforduló egységtípusok megoszlását a 34. ábra mutatja.



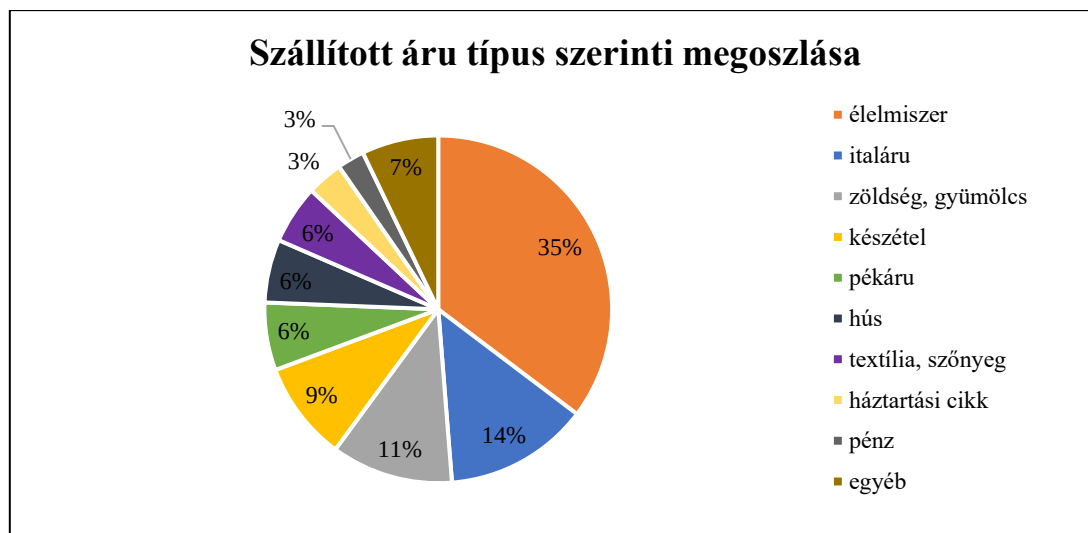
34. ábra: Szállítási egységek típus szerinti megoszlása (N=488)

A szállítási egységek típusának megoszlását darabszám szerint is megvizsgáltuk, amelyet a 35. ábra szemléltet. Ezen szempont szerint megváltoztak az arányok a fentiekhez képest. Míg az alkalmak közel 40%-ban használtak dobozt, addig összesen az egységek 50%-a az volt. A rekeszek, darabáruk, zsákok arányai hasonlóan alakultak mindkét esetben. A csomagok és zacskók megoszlása 11%-ról 4%-ra változott, ezt az magyarázza, hogy bár a logisztikai szolgáltatók számos igénypontra szállítanak kiscsomagokat, egy alkalom során csak kis mennyiségű árut mozgatnak. Továbbá a zsugor és tálca kategória is változott, míg az alkalmak csak 7%-át tették ki, addig az összes egység vizsgálata során 12%-ra nőtt az arányuk, mivel ezeket jellemzően nagyobb volumenekben szállítják ki.



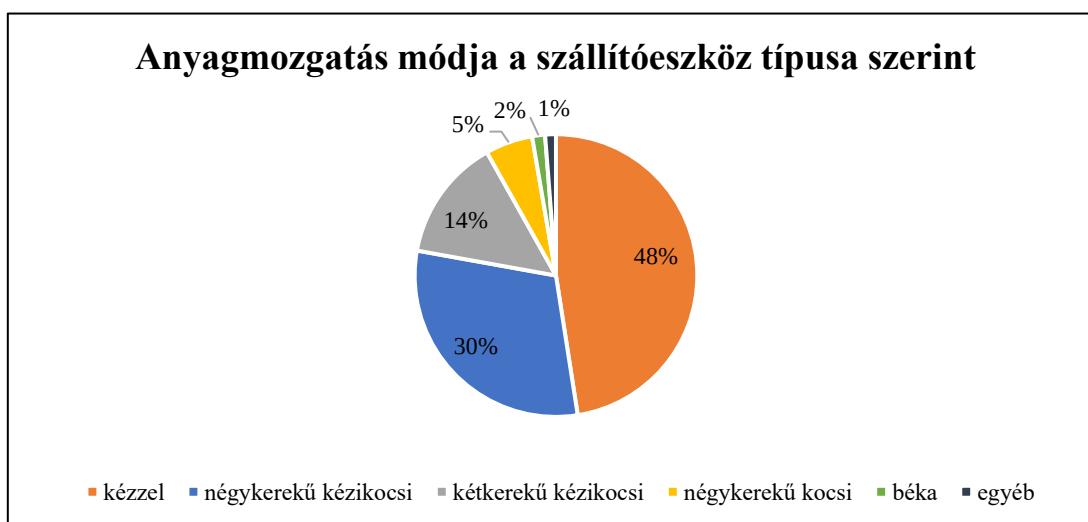
35. ábra: Szállítási egységtípusok darabszám szerinti megoszlása (N=488)

Azokat az eseteket, ahol egyértelműen be lehetett azonosítani, hogy milyen típusú árut szállítanak, különböző kategóriákba soroltuk, ezek arányát a 36. ábra szemlélteti. Legtöbbször élelmiszert szállítottak, de gyakori volt még az italáru, a zöldség és gyümölcs, valamint a készétel is.



36. ábra: Szállított áruk típus szerinti megoszlása (N=238)

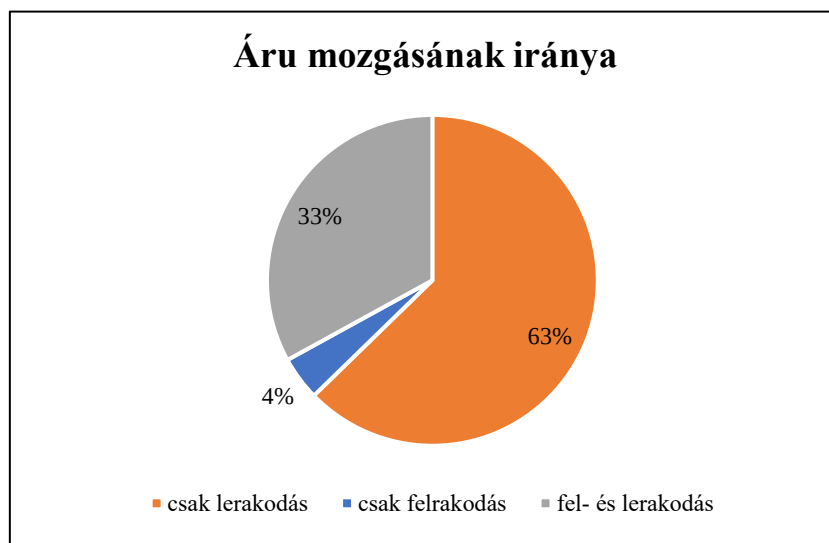
A rakodási műveletek során az áru egységeket az esetek közel 50%-ában kézzel mozgatták, de a négykerekű kézikocsit is gyakran alkalmazták. Ezen kívül használtak még kétkerekű kézikocsit és négykerekű kocsit is az anyagmozgatásra, illetve előfordult kisemelésű kézitargoncával (békával) történő egység rakományszerű rakodás is. Ezen felül láttunk példát hatkerekű kocsira és állvány (szttender) alkalmazására is. A felsorolt szállítóeszközök típus szerinti előfordulási arányát a 37. ábra mutatja.



37. ábra: Anyagmozgatás módjának előfordulása típusok szerint (N=406)

A mérések során megfigyeltük az áru mozgásának irányát is, amely alapján három esetet különböztettünk meg. Az egyik irány a szállítójárműtől az igénypontba történő anyagmozgatás (áru leadása), a másik az igényponttól a szállítójárműhöz való árumozgás (áru felvétele). A harmadik esetnek pedig a mindkét irányba történő áruszállítást definiáltuk. Ezek arányát a

38. ábra szemlélteti. Az esetek túlnyomó részében az árumozgatás csak egy irányba zajlott, a szállítójárműtől az igénypontig. Csak áru felvétele kis százalékban fordult elő.



38. ábra: Áru mozgásának iránya (N=397)

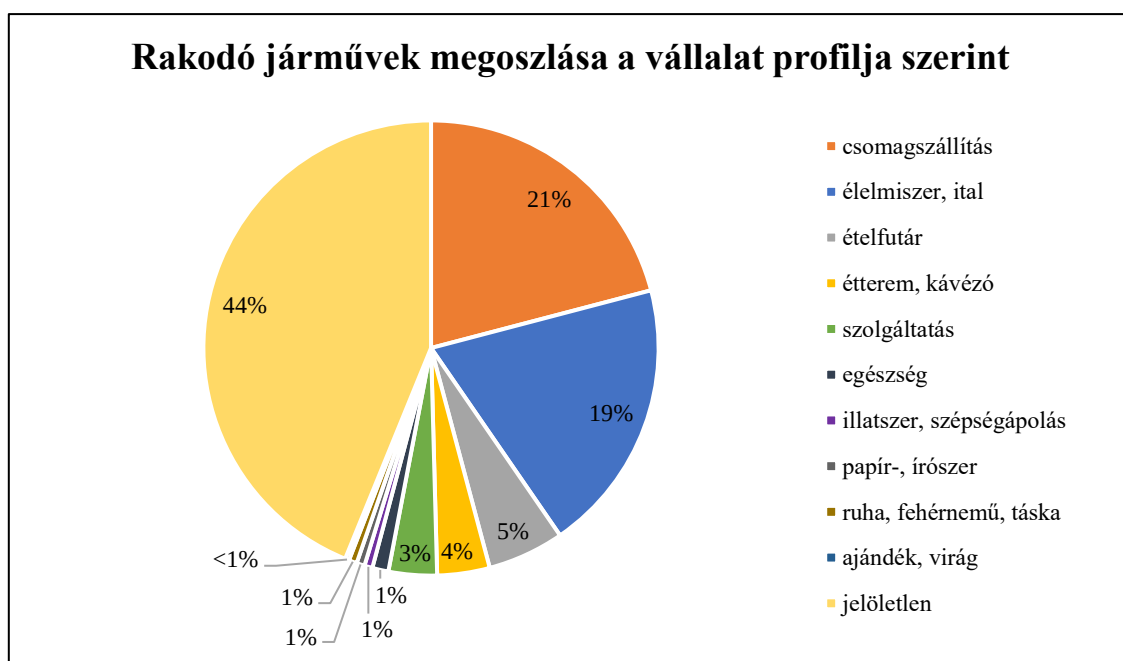
Szórásnégyzet-felbontás segítségével [47] kapcsolatot kerestünk a jármű típusa és a rakodón való tartózkodás idők hossza között. A járműveket öt csoportba rendeztük: rakodó jármű, személyautó, taxi, munkásautó és egyéb járművek. 5%-os szignifikanciaszinttel számolva gyenge sztochasztikus kapcsolatot (18,56%) kaptunk a két szempont között. Ez azt jelenti, hogy a jelenlegi adatok alapján nem függ a rakodón való tartózkodás hossza a jármű típusától, inkább egyéb tényezők befolyásolják azt.

Megvizsgáltuk a szállítóeszköz, valamint a szállított egységek száma közötti összefüggést is [47]. Bár néhány százalékkal nagyobb értéket kaptunk, mint az előző vizsgálat során, de még ez is gyenge sztochasztikus kapcsolatnak (22,61%) adódott, tehát ezen két paraméter sem függ egymástól jelentős mértékben.

A Pearson-féle korrelációs együttható (r) segítségével két metrikus ismerv, a rakodási idők hossza, és a szállított egységek száma között kerestünk kapcsolatot. Mivel r értékére egy pozitív számot kaptunk, így elmondható, hogy a hosszabb rakodási idők alatt általában több egységet mozgattak a rakodási folyamatok során. A két adat között közepes korrelációt kaptunk ($r=0,44$). A korrelációs együtthatóból a determinációs együtthatót is meghatároztuk ($r^2=0,19$), amely azt jelenti, hogy a rakodási idők hossza 19%-ban magyarázza a szállítási egységek számának variációját [48] [49].

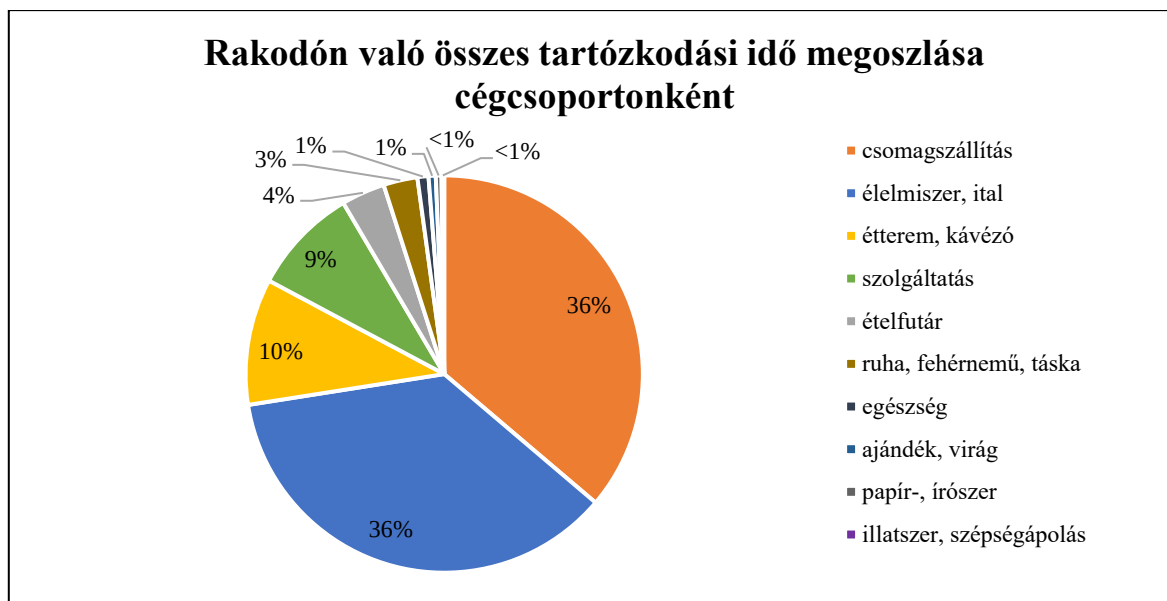
A mérések alkalmával feljegyeztük a rakodó járműveken feltüntetett cég nevét, amely alapján a fő profiljuk szerint csoportokba soroltuk őket. A rögzített 349 darab cégnevet

11 csoportra osztottuk szét, illetve létrehoztunk egy jelöletlen kategóriát, mivel a rakodó járművek kb. 40%-án nem volt egyértelmű vállalati jelzés. A rakodó járművek cégtípusainak megoszlását a 39. ábra mutatja. A jelöletlen járműveket figyelmen kívül hagyva a csomagszállítás kategóriából volt a legtöbb (73 darab, 20,9%), illetve az élelmiszer- és italszállítás rendelkezik még kimagasló aránnyal (68 darab, 19,5%), továbbá az ételfutár (19 darab, 5,4%), illetve az étterem és kávézó (13 darab, 3,7%) kategóriákba is több jármű került. Így összességében megállapítható, hogy a jelölt járművek közül az élelmiszert szállító járművek fordultak elő legnagyobb arányban a koncentrált rakodóhelyeken (összesen 100 darab, 28,7%).

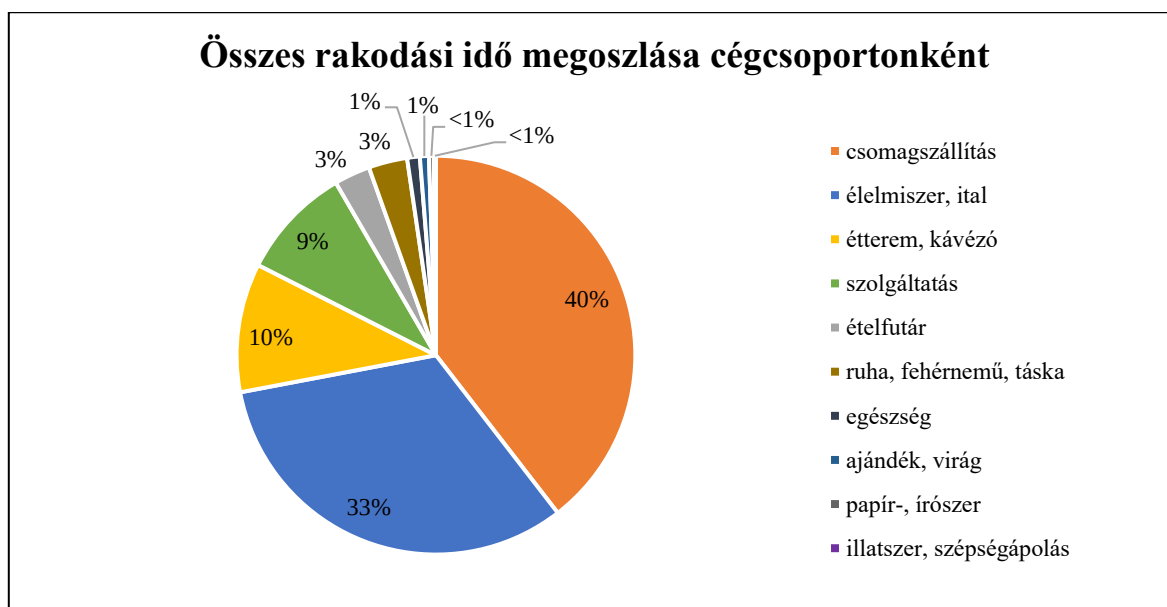


39. ábra: Rakodó járművek megoszlása a vállalat profilja szerint (N=349)

A cégjelöléssel ellátott rakodó járművek esetében cégtípusonként elemeztük a rakodóhelyeken való tartózkodási és rakodási idők megoszlását. Csoportonként meghatároztuk az összes tartózkodási és rakodási időt, amelyeket a 40. ábra és a 41. ábra mutat. Az élelmiszer- és italszállítás, valamint a csomagszállítás esetén tartózkodtak a leghosszabb ideig a rakodóhelyeken. Az összes rakodási időnél a csomagszállítás aránya nőtt, míg az élelmiszer- és italszállításé pedig csökkent, tehát a csomagszállítók töltöttek el összesen több időt rakodással a koncentrált rakodóhelyeken.



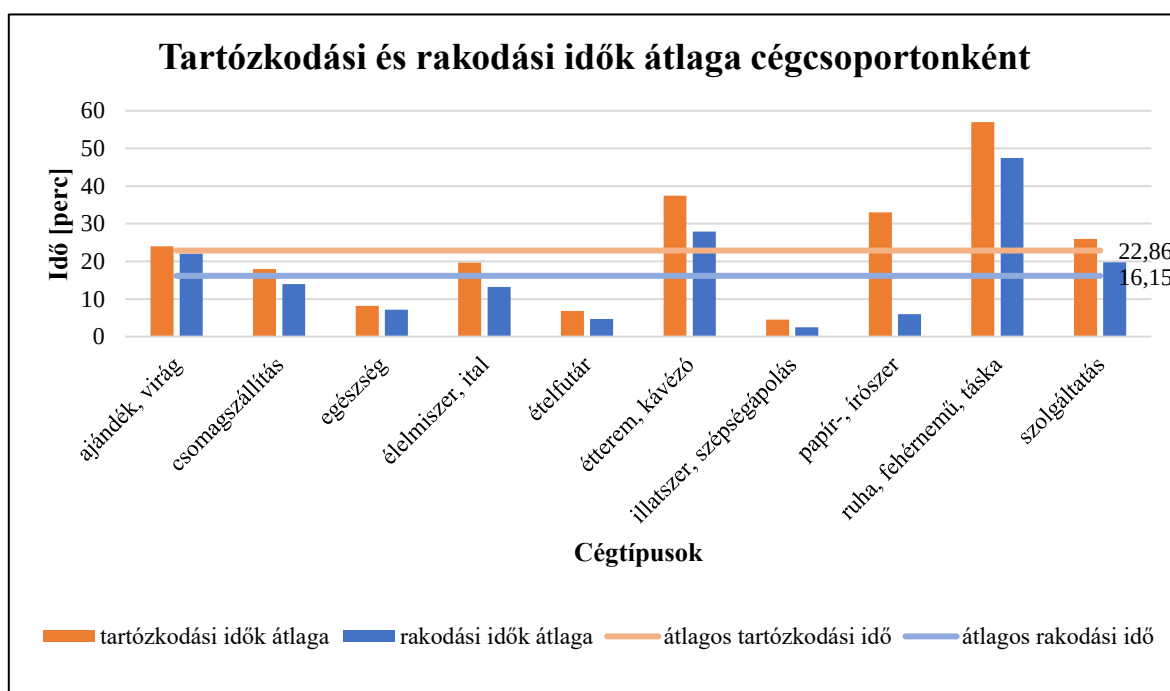
40. ábra: Rakodón való összes tartózkodási idő megoszlása célcsoportonként (N=195)



41. ábra: Összes rakodási idő megoszlása célcsoportonként (N=195)

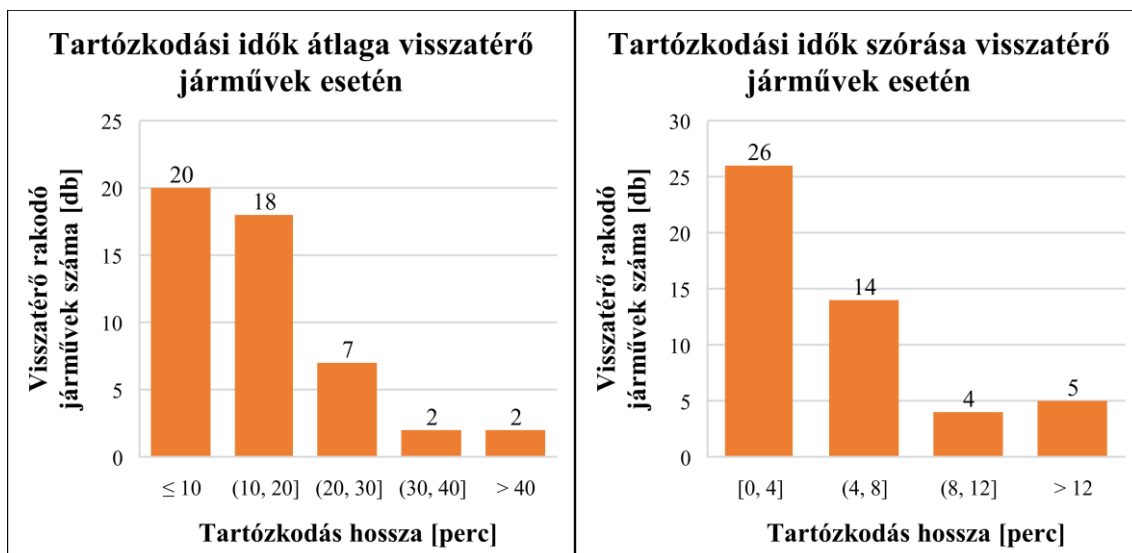
A 10 célcsoportra nézve megvizsgáltuk a tartózkodási és rakodási idők átlagát. A 42. ábra alapján elmondható, hogy a ruha, fehérnemű, táska kategóriába eső cégek esetén volt a legmagasabb a rakodón való tartózkodási idők, és a rakodási idők átlaga is. Ennek oka az, hogy ezeket az áruhelyeségeket ritkábban szállítják, viszont egy alkalom során nagyobb mennyiség érkezik belőlük, így a rakodási folyamatok időigénye is magasabb. A második legnagyobb átlagos időértékek az éttermek és kávézók esetén voltak, ezekre nagy forgási sebesség a jellemző, hiszen egyszerre nagyobb mennyiségű áru érkezik, de az hamar el is fogy. A papír-, írószerszám kategória esetén volt a legnagyobb eltérés a tartózkodási és rakodási idők átlaga között.

Összességében nézve, a jelölt célcsoportok esetén a rakodások átlagosan 16 percig tartottak, a járművek pedig átlagosan 23 percet töltöttek a rakodókon. Az is egyértelműen látszik a mérés tapasztalatai alapján, hogy a távolság az igénypont és a rakodóhely között, valamint a szállított áru mennyisége jelentősen befolyásolja ezen időértékek alakulását. A tartózkodási és rakodási idők szórását célcsoportonként ábrázoló diagram a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található..** mellékletben megtalálható.



42. ábra: Tartózkodási és rakodási idők átlaga célcsoportonként (N=195)

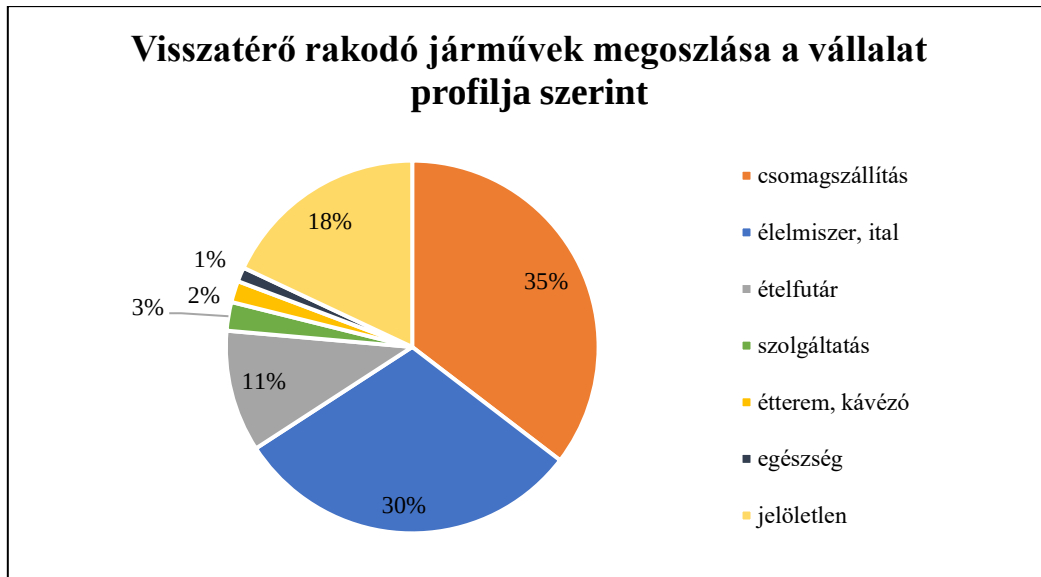
Az adatok elemzése során a visszatérő járművek kérdésével is foglalkoztunk. A rögzített rendszámok alapján kiszűrtük azokat a rakodó járműveket, amelyeket minimum kétszer láttunk a mérések során. 48 ilyen jármű volt, ebből kettő cargo kerékpár. Minden visszatérő jármű esetén meghatároztuk a rakodón való tartózkodás hosszának, a tényleges rakodás hosszának, valamint a rakodón nem rakodással töltött idő hosszának átlagát és szórását. A 43. ábra hisztogramok segítségével ábrázolja a tartózkodási idők átlagát és szórását. A visszatérő járművek többsége átlagosan maximum 20 percig tartózkodott a rakodóhelyen, és ettől átlagosan 4-8 perccel tértek el.



43. ábra: Tartózkodási idők átlaga és szórása visszatérő járművek esetén (N=49)

Az esetek többségében 10 percnél kevesebb ideig végeztek rakodást, a szórás mértéke pedig nagyjából megegyezik a tartózkodási idők szórásával. A visszatérő járművek esetén a rakodóhelyen nem rakodással töltött idők átlagos hossza több, mint 80%-ban maximum 4 perc volt, ezt az alacsony szórás is mutatja. A szállított egységek mennyiségére is kiszámoltuk az átlag- és a szórásértékeket. A rakodások többségében maximum 5 darab egységet mozgattak átlagosan, de jellemző volt az 5 és 10 közötti egységszám is. A visszatérő rakodó járművekre vonatkozó további hisztogramok az **Hiba! A hivatkozási forrás nem található..** mellékletben megtalálhatók.

A visszatérő rakodó járművekre a cégtípusok megoszlását is megvizsgáltuk, amelyet a 44. ábra szemléltet. Ebben az esetben már csak 7 kategóriát különböztettünk meg. A jelöletlen járművek aránya jelentősen csökkent (csökkenés mértéke 26%). A visszatérő járművek közül a csomagszállítás, illetve az élelmiszer- és italszállítás, fordult elő a legtöbbször, hiszen ezek a járművek általában szinte menetrend-szerűen, de legalábbis a többi szállítóhoz képest kiszámíthatóbban végzik a szállításokat.



44. ábra: Visszatérő rakodó járművek megoszlása a vállalat profilja szerint (N=161)

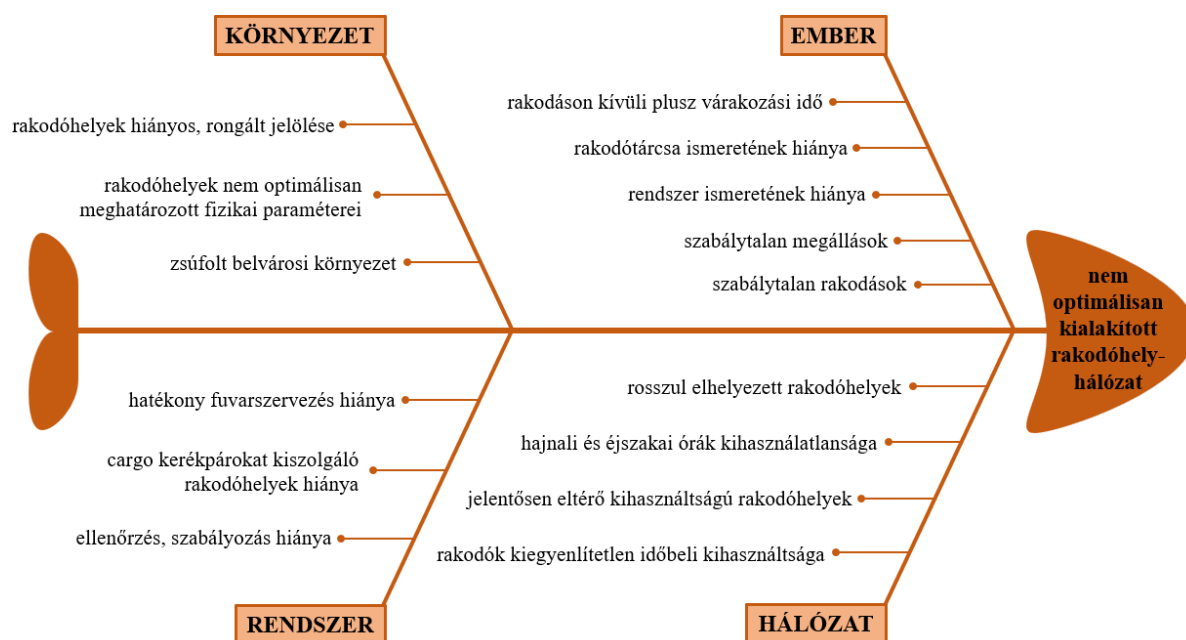
A mérések végrehajtása és a gyűjtött adatok elemzése után egy kisebb területre már rendelkezésünkre áll egy olyan adatbázis, amely lehetővé teszi egy hatékonyan működő koncentrált rakodóhely-rendszer megtervezését. A korábbiakban csak az üzletek oldaláról ismert adatok álltak rendelkezésre a tervezéshez, adatgyűjtésünk eredményeképpen azonban már a folyamatok időigényeit és a mozgatott egységeket is ismerjük, így a tervezés komplex módon is lehetséges lesz, illetve amennyiben egy konkrét területen szeretnék a rendszert újra tervezni, rendelkezésre áll egy olyan kidolgozott és tesztelt mérési módszertan, amellyel a tervezéshez szükséges adatok begyűjthetők.

4. Budapesti rakodóhelyekkel kapcsolatosan megfogalmazott fejlesztési javaslatok

A következő fejezetben a mérések során tapasztalt városi áruszállításhoz kapcsolódó problémákat részletezzük, amelyek megoldása nélkülözhetetlen egy hatékony koncentrált rakodóhely-hálózat működéséhez. Emellett a feltárt problémák alapján megfogalmazott megoldási javaslatokat szeretnénk bemutatni.

4.1. A kijelölt rakodóhelyek működésével kapcsolatban felmerülő, megoldandó problémák

A mérések során számos problémát tapasztaltunk, amelyeket az elemzések eredményei is alátámasztottak. A koncentrált rakodóhelyek működésével kapcsolatos problémákat halszáлка diagram segítségével gyűjtöttük össze, ezt a 45. ábra szemlélteti [50]. A felmerülő problémákat négy csoportra osztottuk: környezeti, emberi használatból eredő, rendszerszintű és a hálózat kialakításából adódó problémákra.



45. ábra: Halszáлка diagram a rakodóhelyek működésével kapcsolatos problémákról

4.2. Fejlesztési javaslatok megfogalmazása a koncentrált rakodóhelyek hatékony működtetésére és használatára

A következőkben a feltárt problémákat és az azokra vonatkozó megoldási javaslatokat gyűjtöttük össze, amelyek alkalmazásával növelhető a city logisztikai rendszerek hatékonysága.

A mérések során számos, már korábban definiált problémával találkoztunk, azonban most már ezeket sikerült számszerűsíteni is. Az egyik legnagyobb nehézséget a folyamatos ellenőrzés hiánya okozta. Mivel alig felügyelik a rakodóhelyeket, így sok esetben szabálytalanul parkoló személy- vagy munkásautók foglalták a helyet a rakodó járművek előtt, akik így kénytelenek voltak más rakodót keresni, vagy szabálytalanul rakodni. Azonban gyakran előfordul az is, hogy szabálytalanul végzik a rakodást annak ellenére, hogy azt nem indokolja semmi. Fontos lenne egy folyamatosan és hatékonyan működő ellenőrzési rendszer kialakítása, amely lehetővé tenné a szabálytalan parkolások minimalizálását, illetve az ok nélküli szabálytalan rakodások felismerését és büntetését. Egy ilyen rendszer megfelelő működéséhez elengedhetetlen, hogy az ellenőrzést végző személyek tájékozottak legyenek, valamint ismerjék a rakodási folyamatokkal kapcsolatos szabályokat, hiszen a mérés során olyan esetről is hallottunk, amikor egy kijelölt rakodóhelyen, szabályosan rakodó sofőrt megbüntettek a rakodótárca hiánya miatt, amit ott nem is kell használni a rakodási tevékenység során [13]. A rendelkezésre álló ismereteink alapján nem csak Budapesten vagy Magyarországon, de külföldön sem jobb a jelenlegi helyzet, hiszen ott is ilyen, és ehhez hasonló problémák akadályozzák a rakodóhelyek rendszerének hatékony működését.

Több olyan esettel is találkoztunk, amely során a rakodást végző személy már befejezte a tényleges rakodást, de még foglalta a helyet a rakodón, vagy épp előbb érkezett, és még nem kezdte el a rakodást. Ezekből adódóan is előfordult, hogy mások nem tudtak megállni a kijelölt rakodóhelyeken, akik valóban rakodási tevékenységeket hajtottak volna létre. Egy hatékonyabb fuvarszervezés lehetővé tenné, hogy ezek minél kevesebb alkalommal történjenek meg. Megoldás lehetne az is, hogy a sok, kisebb cég helyett néhány nagyobb végezné az összes szállítást a belvárosi területeken egy gateway-koncepció-alapú rendszerben, ezáltal jobb térfogat- és tömeg-kihasználtságot elérve a rakodó járművek esetében [51].

A kerékpárral közlekedő futárok részére nincsenek kialakítva rakodóhelyek, így többségében a járdán állnak meg, ezzel zavarva a gyalogosokat. A város azon részén, ahová nem hajthatnak be nagyobb szállítójárművek, vagy nincs olyan sok lehetőség leparkolni, szükséges lenne olyan rakodóhelyek kialakítása, amelyek konkrétan a cargo kerékpáros forgalmat szolgálják ki. Amellett, hogy kevesebb helyet foglalnak, mint a most használatos rakodó járművek, a környezetre nézve is egy zöldebb megoldást jelentene.

Természetesen vannak olyan áruk, amelyek túl nagyok, nehezek, vagy egyszerűen nem alkalmasak arra, hogy kerékpárral szállítsák őket. Ezen egységek mozgatására is létezik környezetbarát megoldás, mégpedig elektromos járművek alkalmazása. Az ilyen járművekre

való áttérés nemcsak környezetvédelmi, hanem gazdasági szempontból is szükséges. Számos ország egyre szigorúbb kibocsátási szabályokat állapít meg a járművekre, vagy a belső égésű motorok értékesítésének betiltására törekszik. Az Európai Unió egyes országai már bejelentették, hogy 2025 és 2040 között fokozatosan kivonják a forgalomból a belső égésű motorral felszerelt új járműveket [34]. Mivel az elektromos járműveket tölteni kell, így olyan rakodóhelyeket lesz szükséges kialakítani, amelyek alkalmasak arra, hogy a rakodás ideje alatt tölteni lehessen a járműveket. A méréseink alapján azonban az elektromos járművek aránya még igen kicsi, így kérdéses, hogy egyáltalán megérné-e a következő években ilyen, töltőkkel ellátott rakodóhelyek kialakítása, vagy hogy kellőképpen ki lennének-e használva a későbbiekben.

Sok olyan kijelölt rakodóhellyel találkoztunk, amelyek nincsenek kellőképpen kihasználva. Ahelyett, hogy szabadon lehet rakodókat kérvényezni, inkább egy olyan hálózat felépítése lenne a cél, amely összefogja egy adott területen elhelyezkedő üzletek igényeit, és ennek függvényében történne a koncentrált rakodóhelyek elhelyezése és kialakítása. Ennek működését egy foglalási rendszer is elősegíthetné, amely lehetővé teszi, hogy a rakodón egy adott helyet és időszávot lefoglalva biztosan legyen helye a rakodó járműnek. Ez azonban nehezen lenne kivitelezhető, hiszen sok tényező hátráltatná a hatékony működést. Ilyen például a kiszámíthatatlan forgalom, és az ebből adódó késések, valamint az illetéktelen használat, amely során más rakodó járművek vagy személyautók állnak meg az adott helyen szabálytalanul. Továbbá ennek a rendszernek a betartásánál, és szabályainak betartatásánál is nagymértékű együttműködés és ellenőrzés lenne szükséges. Viszont amíg a jelenlegi rakodók hálózata sem működik optimálisan, addig nem is lehetne, és nem is lenne értelme bevezetni egy olyan foglalási rendszert, amelynek ilyen komplex igényeket kell kielégítenie.

Vannak olyan részek Budapest belvárosában, ahol nincs elég hely kijelölt rakodóhelyek telepítésére. Erre megoldás lehet olyan többcélú sávok kialakítása, amelyeket átmenetileg rakodóhelyeknek lehetne használni. Ez természetesen csak bizonyos napszakokban lenne így, amikor elenyésző a forgalom, és nem hátráltatná a városi közlekedést (pl. éjszaka vagy nappal a csúcsidőn kívüli időszakokban). A jelenlegi rakodóhelyek számát és sűrűségét javítani lehet úgy, hogy bevonunk más funkciójú területeket, amelyek időszakosan használhatóak árurakodásra is.

Egy korábbi kutatás során azt vizsgálták, hogy a különböző intelligens technológiák integrációjával hogyan fejleszthetők a közforgalmú rakodóhelyek. A városi áruszállítási folyamat hatékony lebonyolítását elősegítő, koncentrált rakodóhelyekkel kapcsolatos

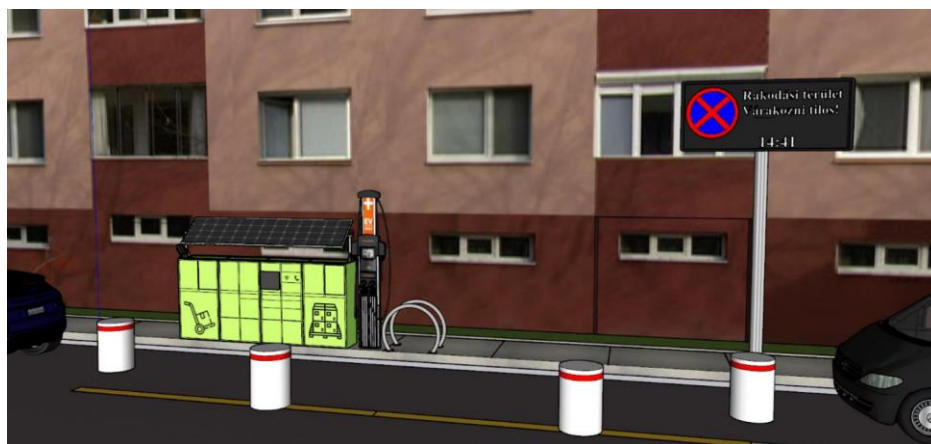
funkciókat gyűjtötték össze. A projekt eredményeként négy megoldási lépcsőfokot definiáltak a megvalósíthatóságuk időbeli sorrendisége alapján. Az első lépcsőfok szerint a kijelölt rakodóhelyeket csak rakodási célokra használják fel. A második megoldásban a rakodókat már ellenőrzik és azok adatrögzítési funkciók ellátására is alkalmasak. A harmadik megoldási lépcsőfok során a rakodóhelyek további funkciókat is be tudnak tölteni, például elektromos járműveket szolgálnak ki, átmeneti tárolást biztosítanak csomagautomaták alkalmazásával, illetve egy foglalási rendszer kiépítését is lehetővé teszik. A negyedik lépcsőfokban már olyan, magas fejlettségű koncentrált rakodóhelyek szerepelnek, amelyek autonóm áruszállító járműveket, illetve drónokat is képesek kiszolgálni. [38] [52]

Az intelligens rakodóhelyekkel kapcsolatban megfogalmazott korábbi javaslatokat továbbfejlesztettük a kutatásunk során gyűjtött adatok függvényében. Elengedhetetlennek tartunk hozzáadni egy nulladik lépést, amelyben a megoldási lépések bevezetését megelőző előkészítési és mérési folyamatok zajlanak. A tapasztalataink alapján elektromos töltőkre csak egy későbbi, a negyedik fázisban lesz szükség, hiszen jelenleg az elektromos rakodó járművek aránya még igen alacsony, ezt a mérési eredmények alátámasztották, illetve a korábbi, járművezetők rakodási szokásaival kapcsolatos felmérés következtetései is ezt az eredményt mutatták [39]. Azonban a harmadik lépcsőfokban már szükségesnek látjuk bevezetni a cargo kerékpárok kiszolgálására alkalmas funkciót, mivel napjainkban ez a legelterjedtebb zöld áruszállítási mód. Több elektromos tehergépkocsi áruszállítást rögzítettük a mérések során, mint cargo kerékpáros rakodást, viszont összességében jóval több kerékpáros szállítással találkoztunk a feltáró szakaszban és a mérések során, amelyek számára nincsenek rakodóhelyek kialakítva. Így a cargo kerékpárok az esetek többségében a járdákon állnak meg, ezáltal nem lettek feljegyezve az általunk mért rakodókhoz. A koncentrált rakodóhelyen elhelyezett csomagautomaták átrakási pontként is szolgálhatnak a tehergépkocsi áruszállítás és a cargo kerékpáros futárok között. A mérések során szerzett tapasztalatokból kiindulva, illetve a feltárt külföldi projektek eredményeit figyelembe véve egy foglalási rendszer kiépítése nem növelné a rendszer hatékonyságát a forgalomból származó bizonytalanságok miatt. A jelenlegi, papír alapú rakodótárcsa helyett célszerűbbnek látjuk az elektronikus rakodótárcsa bevezetését, hiszen így jobban ellenőrizhető a parkolókon történő rakodási folyamatok szabályossága, ez a fejlesztés szempontjából megkönnyítené az adatgyűjtést, és bővítené a rendelkezésre álló adathalmazt. Az általunk kiegészített és továbbfejlesztett megoldási lépcsőfokokat a 46. ábra szemlélteti.

0. lépcsőfok	1. megoldás	2. megoldás	3. megoldás	4. megoldás
				
				

46. ábra: Megoldási javaslatok és bevezetésük lépcsőfokainak továbbfejlesztése ([38] alapján saját szerkesztés)

A 47. ábra egy jövőbeli intelligens rakodóhelyet ábrázol, amelynek koncepciójában az egyes eszközöket az aktuális és a jövőben várható igények határozzák meg [39]. Az intelligens rakodóhely fő elemei a térfigyelő rendszer, a csomagautomata, az emelkedő-süllyedő oszlopok, a cargo kerékpárokat kiszolgáló tárolóhely, valamint az elektromos töltőpont. A kutatásunk során kidolgozott módszertan lehetővé teszi az intelligens rakodóhelyek tervezéséhez szükséges adatok gyűjtését és rendszerezését, korábban nem voltak ismertek azok az adatok, amelyek alapján egy ilyen megoldás méretezhető lett volna. Többek között ilyen információ a csomag mérete (amely elengedhetetlen a csomagautomata paraméterezéséhez), a rakodások során használt eszközök ismerete, vagy a rakodóhely nyitvatartása. A mérések során tapasztaltuk, hogy egyre elterjedtebb a kerékpáros áruszállítás, így kiemelkedően fontos olyan rakodóhelyek kialakítása, amelyek alkalmasak a cargo kerékpárok kiszolgálására is. Mivel jelenleg az elektromos meghajtású tehergépjárművek csak igen kis részét teszik ki az áruszállító járműveknek, így az elektromos töltők telepítésére csak a távoli jövőben lesz szükség.



47. ábra: Intelligens rakodóhely koncepciója [39]

5. További feladatok

Ebben a fejezetben a kutatásunk tervezett további lépéseit gyűjtöttük össze, valamint kijelöltük azokat a jövőbeli irányokat, amelyek egy fejlett city logisztikai rendszer kialakításához vezetnek. A kutatásunk során jelentős eredményeket értünk el a városi rakodási folyamatok mérhetőségével kapcsolatban, de számos további feladatunk maradt ezen kutatási témában, mivel egyfelől érdemes a gyűjtött adatok körét is bővíteni, más felől pedig lehetővé vált a rakodóhelyek rendszerének megtervezése is a kapott adatok által.

A kidolgozott adatgyűjtési módszertant csak néhány budapesti rakodóhely felmérése volt lehetőségünk alkalmazni, de egy teljes várost lefedő koncentrált rakodóhely-hálózat vizsgálata esetén jelentősen több mérés szükséges, illetve érdemes más, akár hazai, akár külföldi városokban is hasonló méréseket végezni. Egyrészt minél több rakodót kell vizsgálni (pl. legyenek adatok más jellegű városi területek rakodóiról is), másrészt a mérések időpontját úgy kell megválasztani és bővíteni, hogy minden napszakhoz és az év különböző időszakaihoz kapcsolódóan is legyen mérési adatunk (pl. legyenek adatok a karácsonyt megelőző csúcsidőszakból is). A méréshez szükséges idő- és erőforrásigény jelentősen csökkenthető lenne kamerák használatával. A kameraképes mérés felgyorsítaná és egyszerűsítaná az adatgyűjtést, hiszen a felvételek gyorsíthatók, és bárholnan hozzájuk lehet férni. A rakodóhelyekre telepített kamerarendszer nem csak a mérést segítené, de az ellenőrzési folyamatokban is fontos funkciót látna el.

Egy további fejlesztési lehetőség lenne ezen kutatás kapcsán is a korábban már bemutatott elektronikus rakodótárca használatának bevezetése. Ez a folyamatok egyszerűsítése és digitalizálása által lehetővé tenné a strukturált adatgyűjtést, így kevesebb tényleges helyszíni mérés lenne szükséges a rakodási folyamatokról. Az elektronikus rakodótárca koncepciójának lényege, hogy egy telefonos applikáció segítségével rögzítik a rakodásokat, amely a sofőrök és az ellenőrző szervek munkáját is megkönnyítené. [14] [15]

A koncentrált rakodóhelyek korszerűsítésével kapcsolatban a budapesti fővárosi önkormányzat jelenleg is egy olyan city logisztikai projekt megvalósításáért dolgozik, amelynek keretein belül a budapesti rakodók egy részét pilot rendszerben fejlesztik [53]. Azonban a rakodóhelyek rendszerének újratervezése az egész városra nézve szükséges lenne. Eddig ehhez nem állt rendelkezésre megfelelő adatgyűjtési módszer, és így elegendő mennyiségű adat sem. Viszont a korábbi kutatások módszertani elemeinek felhasználásával és az általunk kidolgozott módszertan alkalmazásával lehetővé válik a jelenlegi rendszer

megfelelő részletességű felmérése, illetve a rakodóhelyek rendszerének újratervezése és az egész városi rakodóhely-hálózat megtervezése.

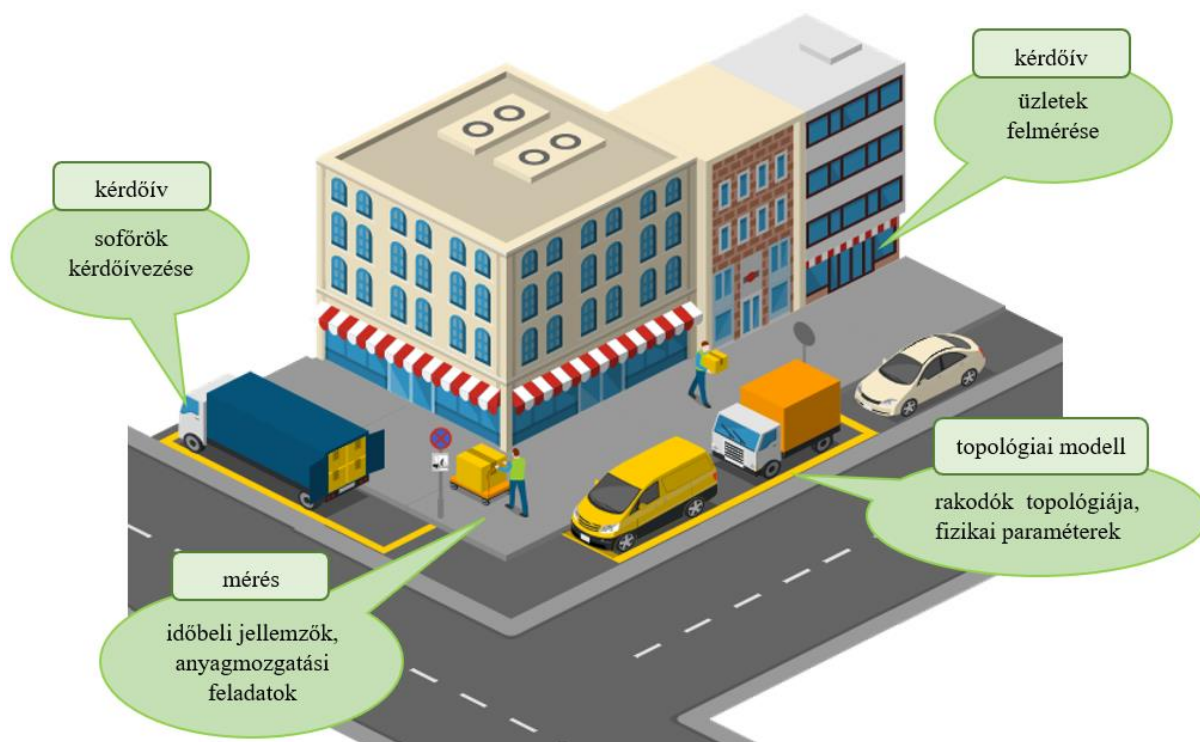
Mivel a globális problémák vizsgálatát Budapest példáján keresztül tudtuk csak megvalósítani, így a méréseket is a budapesti city logisztikai rendszer egy részén hajtottuk végre. A kutatásunk távlati célja, hogy a fővárosi rakodóhelyeken zajló folyamatok vizsgálatára kidolgozott módszertan más, tetszőleges városokra is alkalmazható legyen a jövőben, ezáltal segítve azok rakodóhelyeinek hatékonyabb működését.

6. Összefoglalás

Kutatásunk során az ALRT City Logisztikai Kutatócsoportjához csatlakozva a koncentrált rakodóhelyeken zajló folyamatok vizsgálatával foglalkoztunk. Kutatásunk fő célja egy olyan adatgyűjtési módszertan kidolgozása volt, amely elősegíti a koncentrált rakodóhelyek forgalmával kapcsolatos mérések végrehajtását, valamint továbbfejleszti a bevásárlóövezetek, illetve egyéb koncentrált igénypont-halmazok strukturált analízisében alkalmazható módszertan háttérét. Másik fontos célunk az volt, hogy olyan adatokat gyűjtsünk, amelyek alapján fejlesztési javaslatokat tudunk megfogalmazni Budapest city logisztikai rendszerének hatékonyabb működéséhez.

Első lépésként felmérést végeztünk a rakodóhelyek helyéről és állapotáról. Ehhez Budapest kiemelt jelentőségű belvárosi területeihez tartozó rakodóhelyeket vizsgáltunk meg, többek között a Váci utca bevásárlóövezetet és környékét, valamint a Nagykörút egy részét. Ezek a területek azért jelentősek city logisztikai szempontból, mert itt az igénypontok fokozott koncentrálttsággal helyezkednek el, a városi forgalom is jelentős, így kiemelten szükséges a rakodóhelyek rendszerének optimális működése. Ezt követően a módszertanunk alapját adó mérőlap alkalmazásával méréseket végeztünk a rakodóhelyeken történő rakodási folyamatokkal kapcsolatban. Ezekre a mérésekre azért volt szükség, mert ebben a témában ilyen jellegű adatok még nem álltak rendelkezésre, nem ismertük a rakodási folyamatok időbeli jellemzőit és magukat a rakodási folyamatokat sem tárták fel a korábbiakban ilyen részletességgel. Azonban az általunk kidolgozott módszertan lehetővé teszi ezen adatok hiányának pótlását.

A korábban rendelkezésre álló módszertanok még nem a rakodási folyamatokra fókuszáltak, hanem az üzletek, illetve a sofőrök oldalát, valamint a rakodók fizikai paramétereit és topológiáját vizsgálták, ezek az adatok önmagukban azonban még nem voltak elegendők egy optimálisan működő rakodóhely-hálózat megtervezéséhez. A 48. ábra szemlélteti, hogy a mi kutatási eredményünk által teljessé válik a városi koncentrált rakodóhelyek vizsgálatára alkalmas adatgyűjtési módszertan.



48. ábra: A koncentrált rakodóhelyek vizsgálatára alkalmas hiánytalan módszertan

A kutatásunk során kidolgozott módszertan alkalmazásával gyűjtött adatok feldolgozását és elemzését követően fejlesztési javaslatokat adtunk a koncentrált rakodóhelyek hatékonyabb működésére vonatkozóan. A City Logisztikai Kutatócsoport korábbi kutatásai során megfogalmazott fejlesztési javaslatokat felülvizsgáltuk, és a méréseink tapasztalatai alapján azokat átdolgoztuk és kibővítettük. További feladatként kitűztük az adatbázis bővítését és más városok rakodóhelyeinek mérését is, valamint jövőbeli fejlesztési irányoknak kijelöltük a rakodóhelyek rendszerének megtervezését a módszertanunk használatával.

Ábrajegyzék

1. ábra: A budapesti rakodóhelyekkel kapcsolatos kutatás lépései.....	4
2. ábra: A cross-docking módszer [7]	6
3. ábra: A budapesti, Tátra utcában található rakodó táblás jelölése	10
4. ábra: Kijelölt rakodóhely Graz városában [25].....	11
5. ábra: Példák külföldi rakodóhelyek jelölésére [25]	11
6. ábra: Egyedi igényeket kiszolgáló rakodóhelyek külföldön [25]	12
7. ábra: Európai városokban található gyalogos zónák jelölései [25].....	13
8. ábra: Starship áruszállító robot Milton Keynes-ben [14].....	14
9. ábra: Különböző vállalatok csomagautomatái	15
10. ábra: Korábbi city logisztikai kutatásokból gyűjtött adatok	18
11. ábra: A budapesti rakodóhelyek vizsgálatára alkalmas módszertan lépései.....	19
12. ábra: Néhány budapesti koncentrált rakodóhely	20
13. ábra: A felmért budapesti rakodóhelyek Google Maps-en	21
14. ábra: Használaton kívüli rakodóhelyek.....	21
15. ábra: Példák szabálytalan rakodásokra	22
16. ábra: Példák nem megfelelően karbantartott budapesti rakodóhelyekre	22
17. ábra: Rakodók megjelölése, elkerítése.....	23
18. ábra: Példák anyagmozgatási módokra.....	23
19. ábra: Példák szállítási egységek típusaira	24
20. ábra: Cargo kerékpárok különböző megjelenési formái	24
21. ábra: Példák elektromos kistehergépkocsikra	25
22. ábra: Forgalomfigyelő kamerák pozíciója a mért terület környezetében [45]	28
23. ábra: Közúti figyelőkamerák a Vámház körúton és a Fővám téren [45]	28
24. ábra: Közúti figyelőkamerák a Móricz Zsigmond körtéren és a Nyugati téren [45]	29
25. ábra: A 22 rakodóhely, amelyen a méréseket végeztük.....	30
26. ábra: Gantt-diagram Tátra utcai rakodó (2023. 07. 31. 12:55-17:00).....	31
27. ábra: Gantt-diagram Váci utcai rakodó (2023. 07. 18. 13:35-17:20	32
28. ábra: Járművek típus szerinti megoszlása előfordulási gyakoriság alapján (N=787)	33
29. ábra: Járművek típus szerinti megoszlása tartózkodási idő alapján (N=787)	33
30. ábra: Tartózkodási és rakodási idők előfordulási gyakorisága (N=379)	34

31. ábra: Rakodó járművek szabályossága (N=366).....	34
32. ábra: Elektromos rakodó járművek aránya (N=379)	35
33. ábra: Szállítási egységek számának előfordulási gyakorisága (N=488).....	36
34. ábra: Szállítási egységek típus szerinti megoszlása (N=488)	36
35. ábra: Szállítási egységtípusok darabszám szerinti megoszlása (N=488).....	37
36. ábra: Szállított áruk típus szerinti megoszlása (N=238)	38
37. ábra: Anyagmozgatás módjának előfordulása típusok szerint (N=406).....	38
38. ábra: Áru mozgásának iránya (N=397).....	39
39. ábra: Rakodó járművek megoszlása a vállalat profilja szerint (N=349).....	40
40. ábra: Rakodón való összes tartózkodási idő megoszlása cégcsoportonként (N=195).....	41
41. ábra: Összes rakodási idő megoszlása cégcsoportonként (N=195)	41
42. ábra: Tartózkodási és rakodási idők átlaga cégcsoportonként (N=195)	42
43. ábra: Tartózkodási idők átlaga és szórása visszatérő járművek esetén (N=49).....	43
44. ábra: Visszatérő rakodó járművek megoszlása a vállalat profilja szerint (N=161)	44
45. ábra: Halszálka diagram a rakodóhelyek működésével kapcsolatos problémákról.....	45
46. ábra: Megoldási javaslatok és bevezetésük lépcsőfokainak továbbfejlesztése <i>([38] alapján saját szerkesztés)</i>	49
47. ábra: Intelligens rakodóhely koncepciója [39].....	49
48. ábra: A koncentrált rakodóhelyek vizsgálatára alkalmas hiánytalan módszertan	53

Táblázatjegyzék

1. táblázat: A méréshez kijelölt rakodóhelyekből kialakított csoportok.....	30
2. táblázat: Jellemző időértékek a rakodó járművek esetén (N=379).....	33
3. táblázat: Jellemző időértékek az elektromos rakodó járművek esetén (N=16)	35

Hivatkozások

- [1] *Sárdi Dávid Lajos* (2022). **Konszolidáció-alapú city logisztikai fejlesztések a városi koncentrált igénypont-halmazok rendszerében.** BME KJK, ALRT. Ph.D. értekezés. URL: <http://hdl.handle.net/10890/25934> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [2] *Sárdi Dávid Lajos* (2017). **Rendszerkonceptiók kidolgozása és modellezése cargo kerékpárok és mozgó raktárak alkalmazására a budapesti bevásárlóközpontok kiszolgálásában.** BME KJK, ALRT. URL: <https://tdk.bme.hu/KSK/DownloadPaper/Rendszerkonceptio-kidolgozasa-es-modellezese> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [3] *Dr. Bóna Krisztián, Róka Ádám, Sárdi Dávid Lajos* (2019). **Városi koncentrált igénypont-halmazok áruforgalmi zsilipeinek méretezése Budapesten.** XIII. IFFK Konferencia, Budapest, Magyarország. ISBN: 9789638887542.
- [4] *Dr. Bóna Krisztián, Sárdi Dávid Lajos* (2019). **A városi koncentrált igénypont-halmazok áruellátási rendszerének új koncepciói a különböző közlekedési alágazatok lehetőségeinek kihasználásával.** XIII. IFFK Konferencia, Budapest, Magyarország. ISBN: 9789638887542.
- [5] *Konrad Stephan, Nils Boysen* (2011). **Cross-docking.** *Journal of Management Control*, 22, pp. 129-137. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00187-011-0124-9>
- [6] *Abby Jenkins* (2023). **What Is Cross-Docking? Definition, Types & Advantages.** URL: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/cross-docking.shtml> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [7] *Anna Khaletskaya* (2021). **Cross-docking: What is the service, who and why needs it?** URL: <https://wareteka.com.ua/en/blog/what-is-cross-docking-answer-from-wareteka-experts/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [8] *Kelemen Gábor* (2008). **Budapest áruszállítását szabályozó zónarendszer.** *BESTUFS II szeminárium, Budapest, Magyarország.* URL: <https://docplayer.hu/118388-Budapest-aruszallitasat-szabalyozo-zonarendszer.html> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [9] **CLARS. Impact of Low Emission Zones.** URL: <https://urbanaccessregulations.eu/low-emission-zones-main/impact-of-low-emission-zones> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [10] *Julia O'Driscoll* (2023). **The pros and cons of ULEZ.** URL: <https://theweek.com/arts-life/motoring/962239/ulez-pros-cons> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [11] *Budapesti Közlekedési Központ.* **Teherforgalom.** URL: <https://bkk.hu/utazasi-informaciok/auto-teherforgalom/teherforgalom/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [12] *Strang Tamás* (2016). **Budapest City Logisztikai Koncepciója.** URL: http://www.mkt.hu/wp-content/uploads/2016/09/Strang_Tamas.pdf (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [13] *Budapest Közút Zrt.* (2023). **Rakodótárcsák.** URL: <https://www.budapestkozut.hu/teherforgalom/rakodotarcsak/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [14] *Dr. Bóna Krisztián, Sárdi Dávid Lajos, Büki Aletta, Domaniczki Viktória* (2021). **Intelligens eszközök jövőbeli szerepe a városi koncentrált rakodóhelyek rendszerében.** XV. IFFK Konferencia, Budapest, Magyarország, online. ISBN: 9789638887559.

- [15] *Domaniczki Viktória* (2021). **Smart technológiák alkalmazása a városi rakodásszervezési folyamatokban.** BME KJK, ALRT. TDK. URL: <https://tdk.bme.hu/KSK/LOG5/Smart-technologiak-alkalmazasa-a-varosi> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [16] *Budapest Főváros Önkormányzata, Budapesti Közlekedési Központ.* (2014). **Balázs Mór Terv Budapest közlekedésfejlesztési stratégiája 2014-2030.** URL: <https://budapest.hu/Documents/V%C3%A1ros%C3%A9p%C3%ADt%C3%A9si%20F%C5%91oszt%C3%A1ly/Bal%C3%A1zs%20M%C3%B3r%20Terv.pdf> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [17] *ÖKO Zrt., Fleischer Kutatási Periféria Kft.* (2019). **Budapesti Mobilitási terv Közlekedésfejlesztési Beruházási Program (Stratégiai) Környezeti Vizsgálat.** URL: [https://budapest.hu/Documents/Budapesti%20Mobilit%C3%A1si%20Terv%202030/BMT_SKV_veglegesített_környezeti_jelentes_20190524\[1\].pdf](https://budapest.hu/Documents/Budapesti%20Mobilit%C3%A1si%20Terv%202030/BMT_SKV_veglegesített_környezeti_jelentes_20190524[1].pdf) (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [18] *Budapesti Közlekedési Központ.* (2019). **Budapest Mobilitási Terv II. Közlekedésfejlesztési és beruházási programjavaslat.** URL: https://budapest.hu/Documents/II_BMT_k%C3%B6zleked%C3%A9sfej%20%C3%A9s%20beru%20progjavaslat_20190409.pdf (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [19] *Simon Zsolt* (2019). **Válogatás nélkül tiltják ki a dízelautókat egy európai nagyvárosból.** URL: <https://villanyautosok.hu/2019/11/07/valogat-as-nelkul-tiltjak-ki-a-dizelautokat-egy-europai-nagyvarosbol/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [20] *Bristol City Council.* **Bristol City Council services.** URL: <https://www.bristol.gov.uk/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [21] *Anna Kowalska-Pyzalska* (2022). **Perspectives of Development of Low Emission Zones in Poland: A Short Review.** DOI: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.898391>
- [22] *Flexfleet Zrt.* (2021). **London ultra alacsony emissziós zónával harcol a légszennyezés ellen.** URL: <https://flexfleet.hu/london-ultra-alacsony-emisszios-zonaval-harcol-a-legszennyez-es-ellen/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [23] *Budapest Közút Zrt.* (2023). **Rakodási terület kijelölése.** URL: <https://www.budapestkozut.hu/teherforgalom/rakodasi-terulet-kijelolese/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [24] *Jorge de Jesús Ochoa-Olán, Eduardo Betanzo-Quezada, José A. Romero-Navarrete* (2021). **A modeling and micro-simulation approach to estimate the location, number and size of loading/unloading bays: A case study in the city of Querétaro, Mexico.** DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100400>
- [25] **BME ALRT City Logisztikai Kutatócsoport adatbázisa.** *BME ALRT Sharepoint, nem publikus adatbázis.*
- [26] *Autószeaktor* (2015). **Kreszprofesszor: Kijelölt rakodóhely.** URL: <https://www.autoszeaktor.hu/hu/content/kreszprofesszor-kijelolt-rakodohely> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [27] *CityLogistics* (2023). **EU data on city logistics.** URL: <http://www.citylogistics.info/research/eu-data-on-city-logistics/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [28] *Nomadia* (2023). **Urban Logistics: Definition, Challenges, and Tools.** URL: <https://www.nomadia-group.com/en/resources/blog/urban-logistics-definition-challenges-and-tools/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)

- [29] CIVITAS (2020). **Smart choices for cities: Making urban freight logistics more sustainable.** URL: https://civitas.eu/sites/default/files/civ_pol-an5_urban_web.pdf (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [30] Jesus Gonzalez-Feliu, Bruno Faivre d'Arcier, Josep-Maria Salanova Grau, Tiphaine Hervé, Fernando Zubillaga, Zeljko Jestic, Jean-Baptiste Thebaud, Georgia Aifandopoulou (2013). **The deployment of urban logistics solutions from research, development and pilot results. Lessons from the FREILOT Project.** URL: <https://shs.hal.science/halshs-00784075/document> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [31] FREILOT. **FREILOT city of Bilbao.** URL: http://freilot-project.eu/en/pilot_cities/bilbao/ (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [32] FREILOT. **FREILOT city of Lyon.** URL: http://freilot-project.eu/en/pilot_cities/lyon/ (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [33] CIVITAS (2006). **Competitive and sustainable growth and energy, environment and sustainable development programmes.** URL: <https://civitas.eu/resources/deliverable-d42-report-on-evaluation-results-annex-3-2nd-implementation-report-for> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [34] Heinrich-Böll-Stiftung European Union (2021). **European Mobility Atlas.** ISBN 978-9-46400743-5
- [35] Logisztika.com (2015). **A GLS a Belvárosban teherbiciklire, elektromos rásegítésű triciklire és elektromos autóra cserélte teherautóit.** URL: <https://logisztika.com/a-gls-a-belvarosban-teherbiciklire-elektromos-rasegitesu-triciklire-es-elektromos-autora-cserelte-teherautoit/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [36] Szerdahelyi Csaba (2022). **Mészáros Ádám: A DHL Express a pandémia alatt lett a világ legjobb munkahelye.** URL: <https://uzletem.hu/vallalkozo/meszaros-adam-a-dhl-express-a-pandemia-alatt-lett-a-vilag-legjobb-munkahelye> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [37] Büki Aletta, Kövér István Bence, Sárdi Dávid Lajos (2018). **Topológiai modell építése városi bevásárlóvezeték city logisztikai szempontú elemzésére.** BME KJK, ALRT. TDK. URL: <https://tdk.bme.hu/KSK/L/Topologiai-modell-epitese-varosi> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [38] Büki Aletta (2020). **Intelligens eszközök alkalmazása a városi közös rakodóhelyek fejlesztésére.** BME KJK, ALRT. TDK. URL: <http://tdk.bme.hu/KSK/L2/Intelligens-eszkozok-alkalmazasa-a-varosi> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [39] Domaniczki Viktória (2022). **Intelligens rakodóhelyek jövőbeli szerepe és lehetőségei a városi logisztikai rendszerekben.** URL: <https://www.logisztika.bme.hu/citylog/munkaink/szakdolgozat-diplomaterv/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [40] Losonczy Dávid (2013). **Budapest barna zónáinak city logisztikai célú felhasználási lehetőségeinek elemzése.** BME KJK, ALRT. TDK. URL: <https://tdk.bme.hu/KSK/LOG1/Budapest-barna-zonainak-city-logisztikai-celu> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [41] We Love Budapest. **Váci utca.** URL: <https://welovebudapest.com/hely/vaci-utca> (Letöltve: 2023. 11. 04.)

- [42] *Fürdősz Zsanett* (2023). **Hajózható csatorna helyett bérházakkal és palotákkal szegélyezett körút lett – A Nagykörút története.** URL: <https://welovebudapest.com/cikk/2023/8/30/budapest-hajozhato-csatorna-helyett-berhazakkal-es-palotakkal-szegelyezett-korut-lett-a-nagykorut-tortenete> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [43] *Dr. Bóna Krisztián* (2021). **Anyagmozgatási és raktározási folyamatok – RST folyamatok vizsgálata.** BME KJK, ALRT. URL: <https://archive.edu.kozlek.bme.hu/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [44] *Bertalan Marcell* (2022). **Anyagmozgatási és raktározási folyamatok – Multimoment vizsgálat, Paramétermérés, időmérés.** BME KJK, ALRT. URL: <https://archive.edu.kozlek.bme.hu/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [45] *Budapest Közút Zrt.* (2023). **Közút Figyelő.** URL: <https://kozutfigyelo.budapestkozut.hu/home> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [46] *Budapest Közút Zrt.* (2023). **Budapest Közút Zrt. forgalomfigyelő kameralista.** URL: <https://www.budapestkozut.hu/wp-content/uploads/2023/09/bpforgfigykamhonlap09.pdf> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [47] *Dr. Alpek B. Levente* (2017). **Kvantitatív adatelemzési módszerek felsőfokon – Leíró statisztika.** PTE TTK, Földrajzi Intézet, Társadalomföldrajzi és Urbanisztikai Tanszék. URL: <https://szjszk.ttk.pte.hu/wp-content/uploads/2017/11/Kvantitat%C3%ADv-adatelemz%C3%A9si-m%C3%B3dszerek-fels%C5%91f.pdf> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [48] *Dr. Sinkovits György és Dr. Prohászka Zoltán* (2023). **Klinikai Biostatisztika – Korreláció, lineáris regresszió.** Semmelweis Egyetem, Belgyógyászati és Hematológiai Klinika. URL: https://semmelweis.hu/kutlab/files/2023/02/Korrelacio_linearis-regresszio_2023_SGy.pdf (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [49] *Balázs Katalin.* **Statisztika I. – Korreláció.** Debreceni Egyetem, Bölcsészettudományi Kar, Pszichológiai Intézet. URL: https://psycho.unideb.hu/munkatarsak/balazs_katalin/stat1/stat1ora3.pdf (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [50] *Mario Coccia* (2020). **Fishbone diagram for technological analysis and foresight.** Inderscience Enterprises Ltd, online. pp. 225-247. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJFIP.2020.111221>
- [51] *European Enviroment Agency* (2021). **Load factors for freight transport.** URL: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/load-factors-for-freight-transport/load-factors-for-freight-transport-1> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [52] *BME KJK ALRT.* **Intelligens eszközök alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata a városi közös rakodóhelyek rendszerében.** URL: <https://www.logisztika.bme.hu/citylog/projektek/intelligens-rakodok/> (Letöltve: 2023. 11. 04.)
- [53] *Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft.* (2019). **Levegőminőség javítása 8 régióban a levegőminőségi tervek végrehajtásának elősegítésével.** URL: <http://www.hungairy.hu/index.php/projekt> (Letöltve: 2023. 11. 04.)