



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

TDK-DOLGOZAT

*Smart technológiák alkalmazása a városi rakodásszervezési
folyamatokban*

Témavezető:

Dr. Bóna Krisztián

Sárdi Dávid Lajos

Készítette:

Domaniczki Viktória

2021

Tartalomjegyzék

Tartalomjegyzék.....	2
1. Bevezetés	3
2. Kutatási előzmények	5
2.1 Közös rakodókkal kapcsolatos kutatási előzmények, eredmények	5
2.2 A Váci utca bevásárlóövezet vizsgálata	8
3 A budapesti áruszállítás jelenlegi helyzetének feltárása, problémáinak detektálása.....	17
3.1 Igazgatási szervezetek	17
3.2 KRESZ	18
3.3 Behajtási övezetek	19
3.4 Közös rakodóhelyek	20
3.5 Rakodótárca	21
3.6 Külföldi megoldások	26
3.7 Aktualitások.....	28
3.8 Adathiány	29
4 Megoldási javaslatok.....	32
4.1 Az elektronikus rakodótárca koncepciója.....	34
4.2 Az elektronikus rakodótárca előnyei	39
4.3 Az elektronikus rakodótárca hátrányai.....	41
4.4 Adatgyűjtés az elektronikus rakodótárcsával	43
4.5 A megvalósítás lépései.....	46
5 További kutatási feladatok	49
5.1 Pilot rendszer kialakítása	49
6 Összefoglalás	52
Köszönetnyilvánítás	53
Ábrajegyzék	54
Táblázatjegyzék.....	55
Felhasznált irodalom.....	56
Mellékletek.....	59

1. Bevezetés

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai rendszerek Tanszék City Logisztikai kutatócsoportja már évek óta foglalkozik a városi koncentrált igénypont-halmazok kiszolgálási problémáival [1]. Ennek a kutatócsoportnak tagjaként találkoztam én is a városellátás problémáival, logisztikai kihívásaival, melyek kutatásomat motiválták.

A városellátási feladatok megvalósításának fontossága abból is jól látható, hogy az e-kereskedelem egyre nagyobb teret hódít a piacon, amelyet az elmúlt időszak tovább erősített. A 2019 óta fennálló járványidőszaknak [2] köszönhetően a vevői igények egészen átformálódtak, egyre többen választották a vásárolt árucikkek háznál lévő átvételét [3], amely egyrészt növelte a csomagszállító vállalatok forgalmát, másrészt az élelmiszerüzletek is egyre nagyobb volumenben, az igényeknek megfelelően biztosították az áru háznál való átvételét, mely növekvő flottákat jelentett. 2020. márciusában Magyarországon az online kereskedelemben 30-40%-os bővülés jelentkezett, amely kétszerese az előre prognosztizált értékeknek [4]. Látható tehát, hogy egy napjainkban egyre aktuálisabb témáról van szó, melynek megoldása kulcsfontosságú a jövőre nézve.

A városi koncentrált igénypont-halmazok lényege, hogy viszonylag kis területen jelentkezik nagy volumenű igény, mely természetesen nagy áruforgalommal is jár. Ezen igények kiszolgálása sok esetben közforgalmú rakodási területeket alkalmaznak, azonban korábbi kutatások során bebizonyosodott, hogy ennek rendszere nem fenntartható. A városellátás szűk keresztmetszete annak utolsó fázisa, a rakodási művelet. A legtöbb üzlet nem rendelkezik saját tulajdonban lévő, rakodásra alkalmas területtel, így ezeket úgynevezett közös rakodókon (vagy másnéven koncentrált-, kijelölt rakodókon, rakodófrontokon) keresztül bonyolítják le. Ahogy az elnevezések is mutatják, ezek olyan területek, melyeket az áruszállítás szereplői közösen használnak rakodási műveletek végrehajtására. Az ilyen területek létrehozásánál a fő cél az volt, hogy egy-egy rakodófront több igénypont kiszolgálására is alkalmas legyen úgy, hogy a rakodások között nagymértékű várakozás ne keletkezzen. A rakodófrontok funkciója tehát a rakodási műveletek kiszolgálása, vagyis az, hogy egy közös használatú helyen, adott időben szabályosan és biztonságosan legyen elvégezhető a rakodási művelet.

A közös rakodókkal és a városi igénypontok kiszolgálásával kapcsolatban sok probléma került azonosításra az elmúlt időszakban, melyek jelentős mennyiségű kutatási munkának

biztosítottak teret. Ezen területek leginkább a jelenlegi rendszer újragondolásán alapultak, új topológia, új, fenntartható city logisztikai hálózat létrehozása volt a céljuk.

Az ilyen rendszerek megalkotásánál azonban elengedhetetlen a tervezés megfelelő identifikációja, amelyhez megfelelő mennyiségű és minőségű adatra van szükségünk. Több kutatás is említi problémaként az adathiányt, melynek feloldására egy korszerű megoldás jelenthet előrelépést, melyet dolgozatomban szeretnék bemutatni. [5] TDK-dolgozatomban elsőként a releváns kutatási előzmények eredményeit szeretném összegezni, majd kitérek a jelenlegi budapesti city logisztikai helyzetre és annak fennálló problémáira. Ez azért is fontos, mert a rakodóhelyekkel kapcsolatos kutatásomban elsősorban a hazai helyzet alapján szeretnék problémákat azonosítani és fejlesztési lehetőségeket kidolgozni úgy, hogy azok később tetszőleges város city logisztikai rendszereiben is alkalmazhatók legyenek. Dolgozatom utolsó részében felvázolom a megoldási javaslatomat, végül pedig kitekintek a jövőbeli célokra, fejlesztési irányokra.

2. Kutatási előzmények

Dolgozatom első lépéseként áttekintettem azokat az összefogó anyagokat, amelyek a városellátás témájával foglalkoztak. A városellátással kapcsolatban sok kutatási területet lehet lehatárolni, mint például a barnamezős területek vizsgálata, kötöttpályás áruszállító eszközök alkalmazása, az áruforgalmi zsilipek használata, közös rakodófrontok használata vagy az intelligens eszközök használata a rakodási folyamatokban. 2006 óta működik a BME City Logisztikai Kutatócsoportja és ez idő alatt számos eredményt ért el. Górcső alá kerültek többek között a városi áruszállítás kötött pályás lehetőségei [6] [7], a közös rakodók szerepe és fejlesztési lehetőségei [8], a Váci utca bevásárlóövezet city logisztikai elemzése [9] [10] [11], illetve az áruforgalmi zsilipek témája [12]. A BME ALRT City Logisztikai Kutatócsoportjának munkáját az 1. melléklet foglalja össze. Ezen az ábrán látható, hogy az én dolgozatom az „Intelligens közös rakodók és smart technológiák vizsgálata” témában helyezkedik el, ezt a kutatást 2020-ban egyik hallgatótársam, Büki Aletta indította el, így a munkám alapja az ő kutatása volt. Dolgozatom bevezetéseként röviden összefoglalnám azokat a kutatási eredményeket, amelyeket TDK dolgozatában [13], illetve Diplomatervében [14] gyűjtött össze. Ezekben a dokumentumokban sikerült feltárni a budapesti rakodási jogszabályokat, mint például a zónák kialakításának struktúráját, valamint a rakodások szabályozási kereteit, valamint egyes körzetekben a rakodások intenzitása is meghatározásra került.

1.1 Közös rakodókkal kapcsolatos kutatási előzmények, eredmények

A korábbi kutatás során elkészült TDK-dolgozatában vizsgálták a koncentrált rakodóhelyeken intelligens eszközök használatának relevanciáját is. A dolgozat alapján megállapítható, hogy ahogy a jelenlegi ipari környezetben minden, úgy az áruszállítás és szállítmányozás is az automatizálás irányába indult el. A jelenlegi infrastrukturális helyzetben azonban egyik magyarországi (illetve kevés kivétellel külföldi) városban sem biztosított a technológia előrehaladása. A rakodóhelyek nem rendelkeznek intelligens eszközökkel, nincsenek felszerelve kamerákkal, jelzőlámpákkal vagy szenzorokkal, melyek az áruszállítási folyamatokat segíthetnék. Nagy előrelépést jelent az egységesítés, standardizálás, melyre szükség lenne a fuvarozást végző cégek összefogásában és a szállítási egységek kialakításában is. Manapság egyre inkább látható, hogy a csomagautomaták szerepe folyamatosan növekszik. Ez a technológia, habár igen költséges, rengeteg előnye is van, hiszen a csomagok megőrzése

biztosított, a vevők a nap 24 órájában átvehetik a csomagjaikat és a szállítást végzők számára is kényelmes megoldás.

A korábbi kapcsolódó kutatás során nagy hangsúlyt fektetettek továbbá egy foglalási rendszer kialakítására, amely a jelenleg is működő, személyautók számára létrehozott parkolási rendszerhez lenne hasonlatos. A megoldás lényege, hogy a felállított rendszer folyamatosan ellenőrzi a rakodóhelyek foglaltságát és valós időben nyújt adatot erről a szállítmányozást végzőknek egy weboldal vagy egy applikáció segítségével. A szállítást végzők a rendszerben adott időintervallumra foglalást is tudnak indítani, így az általuk lefoglalt rakodó mások számára már nem jelenik meg szabad területként. A rendszer valós időben történő kommunikációja azért fontos, mert sokszor megeshet, hogy egy rakodási folyamat elhúzódik vagy forgalmi adatok miatt áthelyeződik, amit a rendszer felhasználóinak azonnal tudniuk kell jelezni. A rendszert támogathatnák intelligens eszközök, például szenzorokkal ellátott sorompó vagy az aszfaltból kiemelkedő oszlop (ld. 1. ábra). Ezen kívül kijelzők mutathatnák azt, hogy melyik jármű számára foglalt a rakodóhely, mennyi idő van még hátra a foglalásból, illetve, hogy mikor kezdődik a következő foglalás ideje.



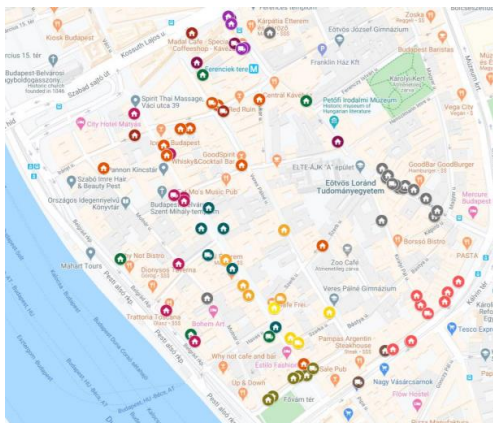
1. ábra: Intelligens, forgalomkorlátozást elősegítő süllyedő oszlop

Az intelligens eszközök alkalmazásával elérhetnénk azt, hogy folyamatos, valós idejű információkkal rendelkezünk a szállításokat illetően, melynek jelentőségéről a későbbi fejezetekben lesz szó.

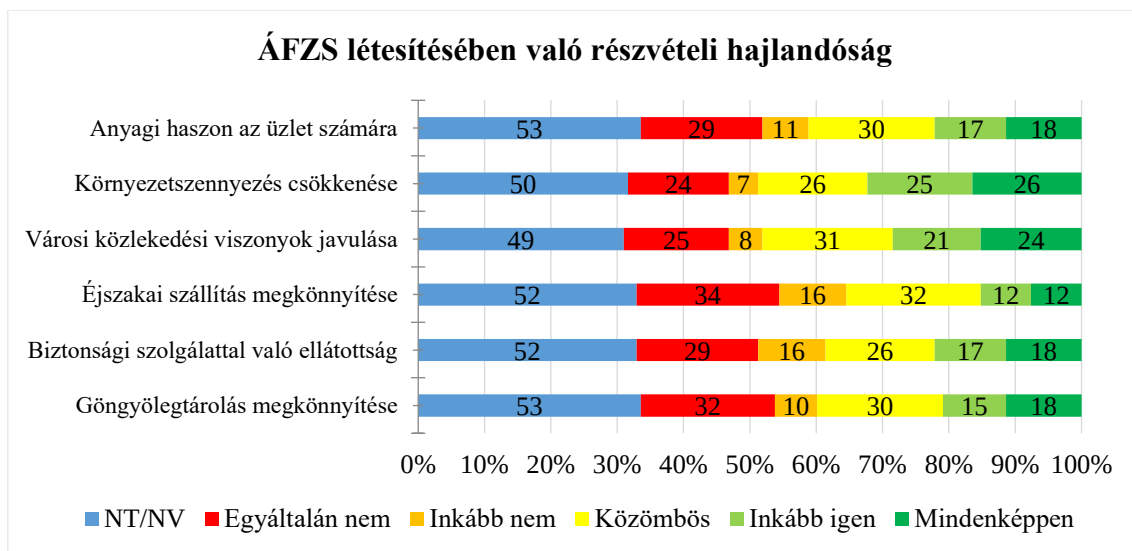
Korábbi kutatási munkákban meghatározásra került a közös rakodóhelyek hálózatának optimalizálásának fontossága. Az elsődleges probléma a belvárosi rakodóhelyek alacsony száma, melyre a barna zónás területek feltérképezése megoldást jelenthet. Barna zónáknak nevezzük azokat a jelenleg elhanyagolt területeket a belvárosban, melyek bevonhatók lennének a szállítási hálózatba. Több hallgató is foglalkozott már ezen területek felmérésének és osztályozásának problémájával, melyből kiderült, hogy több helyszín is bevonható lenne a városellátás rendszerébe Budapesten [15] [16] . Természetesen ilyen területek nem csak

Budapesten, hanem minden nagyvárosban találhatók, melyek feltérképezése fontos feladat. Az előzőekben hivatkozott dokumentumokban használt módszerek alkalmasak globálisan az összes nagyvárosban, így fontos már ebben a részben leszögezni, hogy a kutatás eredményei nem kizárólagosan Budapestre vonatkoztathatók. A legtöbb javaslat általánosan használható, azonban, mint minden implementálási feladatnál, szükséges az adott város jellemzőinek figyelembevétele és a modellek testre szabása a változó környezetre nézve. Mivel a Kutatócsoport is a magyar fővárosban működik, így sok adatot sikerült már összegyűjteni erről a területről, így amolyan „case study” jelleggel vizsgálhatom Budapest esetét TDK-dolgozatomban.

A következő lépés a hálózat kiépítése szempontjából egy olyan modell megalkotása, mely figyelembe veszi egy adott terület igénypontjait, azok volumenét és gyakoriságát, valamint földrajzi elhelyezkedésüket és egyéb befolyásoló tényeket is. Az ALRT City Logisztikai Kutatócsoportjában már foglalkoztak az adott problémával és egy gráfelméleti alapon felépített modell koncepcióját fogalmazták meg a feladat közelítő megoldására [8]. Ebből a modellből még néhány korlátozó tényező megadása hiányzik, melyekkel együtt már egy optimális megoldáshoz juthatunk. A jelenlegi kutatásoknak egy stabil alapot biztosítanak a Váci utcával kapcsolatos kutatások. Ezek a kutatások 2017-2018 között folytak és a teljes koncentrált igénypont-halmaz felmérésével foglalkoztak. Elkészült a Váci utca bevásárlóövezet city logisztikai szempontú topológiai modellje, kérdőíves vizsgálatokkal felmérésre kerültek a zóna igénypontjai és azok igényei, valamint részletes elemzések készültek az áruforgalmi jellemzőkkel kapcsolatosan [9] [17]. A kapcsolódó kutatás során a problémák feltárásán felül koordináták menti centrumnyomozással megállapításra került a jelenleg telepített rakodók optimális elhelyezkedése és az ezekkel kiszolgálható üzletek (ld. 2. ábra).



2. ábra: A Váci utca bevásárlóövezet rakodóinak optimális elhelyezkedése az általuk kiszolgált üzletekkel [17]



4. ábra: Áruforgalmi zsilip létesítésében való részvételi hajlandóság a Váci utca üzletei esetében (N=158) [13]

A kutatások foglalkoztak továbbá a közösségi áruszállítás témájával, [17] vagyis azt is megvizsgálták, hogy az övezet áruházai mennyire lennének nyitottak egy új, közösségi, konszolidáció-alapú áruszállítást támogató rendszer használatára. A kutatás azt is vizsgálta, hogy különböző feltételek esetén nagyobb hajlandóságot tanúsítottak-e az egyes szereplők a közös áruszállítási rendszer irányában.

A kitöltők által előnyben részesített sorrend az alábbiak szerint alakult:

1. városi közlekedési viszonyok javulása,
2. környezetszennyezés csökkentése,
3. zöld energia használata (a költségek növekedése mellett),
4. anyagi haszon az üzlet számára,
5. megrendeléskezelési idő csökkenése,
6. szállítások megbízhatósága.

Ebből is jól látható, hogy az üzletek támogatják a városi közlekedés fejlesztését, valamint a zöld megoldások használatát akár saját hasznuk csökkenésével is, ami alátámasztja azt, hogy a jelenlegi városellátási rendszer nem bírja tovább kielégíteni az igényeket, radikális változtatásokra van szükség.

Ezt követően már érdemes a rakodási folyamatokat kissé más szemszögből szemlélni és a rakodást segítő eszközök alkalmazását előtérbe helyezni. Ezek a megoldások a rakodási folyamatok hatékonyságát növelik. Ilyen eszközök lehetnek olyan anyagmozgató gépek, melyeken már előre komissiózva szerepelnek a termékek (így az átrakások ideje nem lesz

túlságosan hosszadalmas) vagy rámpák, szintkiegyenlítők használata, hogy a raklapos áruk mozgatása minden területen akadálymentesen mehessen végbe.

További fejlesztések bevezetése esetén a következő lépcsőfok a multifunkcionálisan működő területek kidolgozása lehet. Ezeket a területeket úgy kell elképzeljük, hogy időben más-más funkció ellátása a feladatuk. Lehetnek például napközben buszsávként/taxisávként működő szakaszok, melyek a délutáni vagy esti órákban rakodásokra vannak kijelölve, vagy akár előfordulhat az is, hogy egy parkolóhely a nap egy szakaszában elektromos járművek töltését szolgálja ki, míg másik szakaszában a városellátás legutolsó átrakási pontjának ad helyet. Az ilyen megoldások esetén érdemes lehet digitális jelzőtáblákat alkalmazni, hiszen ezek képesek arra, hogy mindig a területre vonatkozó aktuális szabályozást mutassák.

Az elektromos járművek használata a környezetterhelés csökkentésének szempontjából válik igen lényegessé, hiszen az utóbbi időben megnövekedett áruszállítási forgalom nagyobb hatással van a környezetszennyezésre is. A „zöld” járművek alkalmazása nemcsak a károsanyag kibocsátás szempontjából lenne előnyös, de a zajterhelés szempontjából is. A halkabb járművek előnye, hogy ezek alkalmazásával akár az éjszakai órákban is lebonyolíthatók a rakodási folyamatok, hiszen nem zajosak, így nem zavarják a környező lakásokban élők nyugalma sem. A nullemisziós járművek csoportjába tartoznak az úgynevezett cargo kerékpárok (vagyis teherszállító kerékpárok) is. Ezek előnye továbbá az előzőekben felsoroltakon túl, hogy nagy forgalmi sűrűség mellett is dinamikus haladásra képesek, hiszen ezen járművek számára a legtöbb belvárosi területen külön sávot (kerékpársávot) alakítottak ki. Hátrányuk azonban ezeknek a járműveknek, hogy kevés a teherszállítási kapacitásuk (a maximális teherbírásuk körülbelül egy darab EUR1 egységgrakomány mennyiségével egyenlő, bár a pótkocsis megoldások már akár 2-3 raklapnyi áru szállítására is képesek lehetnek). Azonban az előzőekben felsorolt előnyök még mindig többségben vannak, így egyre gyakrabban alkalmazzák ezeket az eszközöket a városon belüli áruszállításnál, mivel a kis távolságok miatt ezen járművek szállítási és rakodási ideje rövidebb, mivel kevésbé függenek a forgalomtól és egyszerűbb ezekkel a járművekkel rakodásra alkalmas helyen leparkolni. Az ilyen megoldások alkalmazása egyre népszerűbb a szállítmányozó vállalatok körében, ezt bizonyítja többek között az is, hogy a DHL 2021. őszén bővítette flottáját 3 db 0,17 m³ (170 l) kapacitású cargo kerékpárral (ld. 5. ábra) [20]



5. ábra: A DHL új cargo kerékpárjai [20]

Látható, hogy a közös rakodók rendszerével kapcsolatosan sok fejlesztési irányt lehet kijelölni, így fontos lehet azokat időben strukturáltan elhelyezni, ezáltal pedig fejlesztési mérföldköveket megfogalmazni (ld. 6. ábra). A fejlesztések első lépése egy megfelelő szabályozási rendszer kialakítása lenne, amely tartalmazza az egységes jelölési rendszert. Ezután következhetnek az olyan megoldások, ahol a rakodások mellett már adatrögzítésre is lehetőség van. Az ehhez szükséges technológiák (Big data, IoT, 5G) már napjainkban is elérhetők és több területen használatosak, így ennek a lépcsőfoknak a megvalósítása nem áll távol a jelentől. A harmadik nagy mérföldkő a kibővített funkcióval rendelkező koncentrált rakodóhelyeket jelenti, melyben megvalósulhatnak elektromos járművek kiszolgálására kialakított funkciók (pl. töltés, dokkolás stb.), és megjelenhetnek csomagautomaták, átmeneti tárolást biztosító rendszerek. Ebben a fejlesztési lépcsőfokban a rakodók intelligens eszközökkel vannak ellátva és biztosított a valós idejű adatáramlás. Az utolsó lépcsőfok áll a legtávolabb a jelenlegi technológiáktól, rendszerszintű megvalósításoktól (azonban ezek a megoldások sem futurisztikusak, hiszen sok területen használnak már hasonló technológiákat), ebben a mérföldkőben pedig a rakodófrontnak az autonóm járművek kiszolgálására kell alkalmasnak lennie. Természetesen a korábbi funkciókat is magába foglalja ez a megoldás, azonban biztosítani kell megfelelő szoftveres háttérrel és kommunikációs rendszerrel az autonóm járművekkel való biztonságos manőverezést.

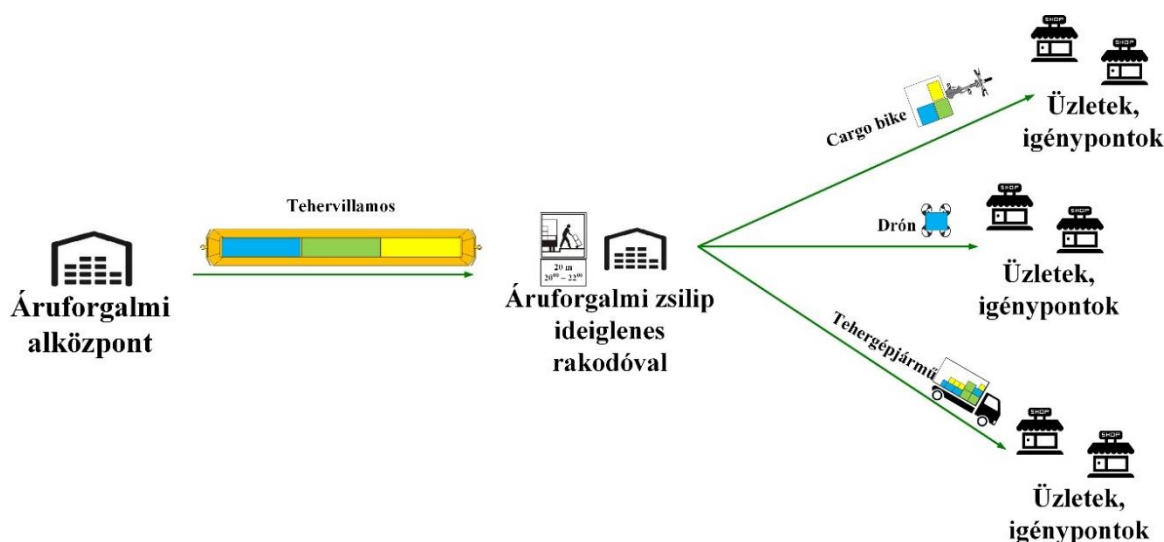
1. megoldás	2. megoldás	3. megoldás	4. megoldás

6. ábra: Megoldási javaslatok bevezetésének lépései [13]

A fejlesztési lépések meghatározása után fontos nem csak időben, de térben is kijelölni az irányokat. Ezzel kapcsolatban előző féléves kutatásom során foglalkoztam, ahol három városi környezetben alakítottam ki koncepcionális szintű megvalósításokat, melyek egyenként egy-egy, a közös rakodókkal kapcsolatos fő problémára koncentrálnak.

Az első koncepció fő problémáját a folyamatosan növekvő igények és a rakodási műveletekre kijelölt és alkalmas területek hiánya adta. Ebben a koncepcióban a rakodási területet multifunkcionálisan alkalmazzuk, mellyel ideiglenes rakodót hozunk létre. Az általam vázolt koncepcióban egy gateway-koncepció alapú megoldás került kialakításra, melynek lényege egy olyan többlépcsős logisztikai rendszer, amelyben folyamatos gyűjtési és elosztási feladatokat látnak el [18]. Az általam megfogalmazott rendszerben a második gateway-ből, vagyis a város szélén elhelyezkedő áruforgalmi alközpontból kötött pályás eszközökön lenne érdemes az árut szállítani. Ennek oka, hogy egy ilyen eszközön nagy mennyiségű árut tudunk elhelyezni, a szállítás pedig környezetkímélő módon folyhat le. Mivel kötött pályás járművekről van szó, ezért az áruszállítás a forgalmat nem akadályozza (nem úgy, mint a teherszállító gépjárművek esetében). A lerakodás végezhető mellékvágányok mentén kialakított teherforgalmi megállóhelyeken, illetve amennyiben erre nincs lehetőség, úgy a mellékvágány mentén létrehozott ideiglenes rakodóhelyen, melyet akár az úttesten vagy buszsávban is létrehozhatunk. Egy ilyen multifunkcionális terület alkalmazása során fontos figyelembe venni, hogy milyen figyelmeztetéseket, intelligens eszközöket kell alkalmaznunk a rakodás jelzésére (digitális táblák, jelzőlámpák), valamint a forgalom terelését is biztosítani szükséges. A személyforgalom által intenzíven használt útszakaszokon érdemes lehet ezeket a rakodásokat az esti vagy az éjszakai, kevésbé forgalmas órákban lebonyolítani.

Fontos ebben a részben megjegyezni azt is, hogy egy ilyen áruszállítási mód kialakításához rendkívül fontos az adatgyűjtés, hiszen a teherszállítás ütemezését úgy kell elvégezni, hogy az a személyforgalmat ne zavarja. Ezen kívül a teherszállító villamos nagy szállítási kapacitása miatt szükséges a szállítási feladatok aggregálása is, melyhez szintén szükséges az igények vizsgálata és előrejelzése, valamint az ezzel kapcsolatos volumen, intenzitás, periodicitás adatok is. A teherszállító villamossal történő városellátás koncepcióját a 7. ábra mutatja meg.



7. ábra: Konceptcionális terv kötött pályás jármű használata a városellátás területén

A második koncepció az övezetes szállítások adta kihívásokat igyekszik megszüntetni, hiszen ezen területekre szigorú korlátozások vannak érvényben. A korlátozott övezetekben is szükség lehet a gateway koncepció kialakítására, hiszen ezeken a területeken jellemzőek a tömegkorlátozások, melyek a kisebb volumenű áruk szállítását támogatják. Ezeken a részekén nem csak a tömegkorlátok jelentenek problémát, hanem a károsanyag kibocsátást korlátozó tényezők is, így ebben a koncepcióban környezetbarát eszközöket alkalmaztam.

A gateway utolsó lépcsőfoka, az áruforgalmi zsilip, a zóna határán kell elhelyezkedjen, a szállítások innen kell, hogy megtörténjenek. Ennek oka, hogy a kis volumenű áruk szállítása minél később, közel a leadási igényponthoz helyezkedjen el, hogy minél kisebb teljesítményekkel tudjuk végrehajtani a kiszolgálási műveleteket. Az áruforgalmi zsilip amolyan HUB jelleggel is működhet, vagyis egy gyűjtő-, elosztóközpontként, amelyben a rövid tárolási idők a jellemzők. Ennek a HUB-nak a szolgáltatásai közé tartozik az áruk kommissiózása és szállítási egységekre való bontása, melyeket ezekből a központokból kisebb kapacitású járművekkel szállítanak tovább.

A járművek lehetnek úgynevezett cargo kerékpárok, vagyis olyan áruszállító kerékpárok, amelyek beépített áruszállító egységekkel rendelkeznek, illetve ebben a környezetben jól használhatók az autonóm csomagszállító robotok is. Az autonóm robotok használata az áruk elszállítására ezekben az övezetekben jól megoldható, hiszen a korlátozott övezetek leginkább gyalogoszónák, így a különböző járművek közlekedése nem zavarja ezeket a robotokat. A robotok fejlettségétől, illetve az övezet zsúfoltságától függően viszont lehetséges az, hogy ezeknek a gépeknek külön közlekedőszávokat lesz szükséges kialakítani a zavartalan áruszállítás

érdekében. Ezek a sávok a gyalogosforgalomtól elválasztva működnek, attól fallal, vagy egyéb elválasztóval elkülönítetten. Az ilyen robotok legnagyobb előnyei, hogy emberi erőforrás igénybevétele nélkül végzik a szállítást, valamint az áruátadást is. A robotok képesek kisebb akadályok (mint például lépcsőfokok, járdaszegélyek, úttorlaszok) leküzdésére is, valamint a HUB központjában könnyen kialakítható számukra megfelelő töltési lehetőség is. A robotok és a cargo bikeok is képesek az áruk inverz irányba történő szállítására is, vagyis a védett övezetben lévő üzletek csomagokat nem csak fogadhatnak, de akár ezeket fel is adhatják, melyeket az áruszállító járművel a HUB-ba mozgatnak vissza, majd innen kerülnek elosztásra (ld. 8. ábra).



8. ábra: Konceptcionális terv a korlátozott és védett városi övezetek igényeinek ellátására

Ennél a koncepciónál a legjelentősebb a kiscsomagszállítás, vagyis a leadópontok ebben az esetben már a végleges, vevők által lebonyolított áruátvételt jelenti. Ennek gördülékeny lebonyolításához, tervezéséhez és nyomon követéséhez elengedhetetlen a megfelelő adatbázis megléte. Ennek segítségével valós időben tudjuk a vevőket értesíteni, így kényelmesen, direkt kommunikáció nélkül (de folyamatosan elérhető módon) tájékozódhatnak a csomagjuk állapotáról. A fuvarozók helyzetét is megkönnyíti az adatok szolgáltatása, hiszen nincs szükségük a folyamatos közvetlen kommunikációra, melyet jelenleg a fizikai munkájukkal párhuzamosan kell lebonyolítaniuk.

Az autonóm robotok esetében még inkább fontos az adatok mind befelé, mind kifelé történő áramlása. Ezek az eszközök már nem csak külső forrásokból gyűjtik az információt, hanem belső szenzorok segítségével is, így kifejezetten fontos ezeknél a megoldásoknál a korszerű technológiák, az 5G, az IoT, valamint a Big Data alkalmazása.

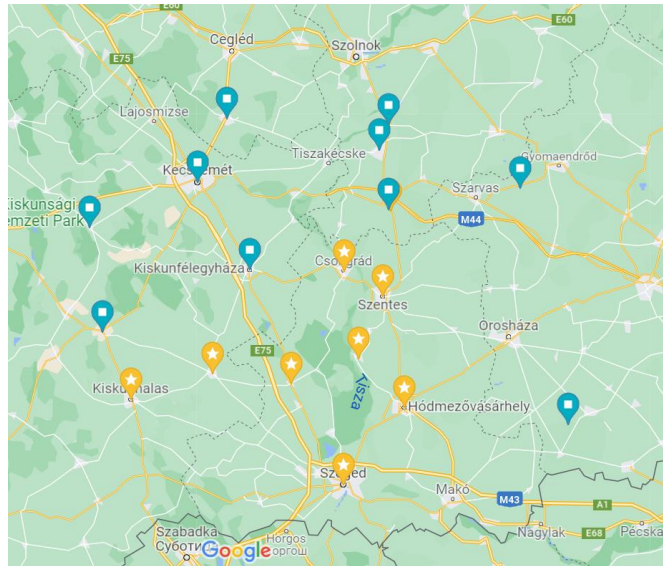
A harmadik, a korábbi kutatásom során vizsgált koncepció a rakodófrontok statikusságának feloldása miatt jött létre, ennek lényege, hogy dinamikus rakodófrontokat hozunk létre. A rakodófrontok statikusságának feloldásával olyan helyeken is létrehozhatunk rakodókat, melyeknél az igények nem állandó jelleggel keletkeznek. Ezek a megoldások különösen előnyösek lehetnek azokban az esetekben, amikor az igények szezonálisan jelentkeznek egy adott területen. Ilyen lehet például, ha egy üzlet szállítását kell megoldanunk, mely csak az év egy adott szakaszában működik (például egy fagyaltárus esetében), vagy abban az esetben is,

ha a vevői igények koncentrálnak az év egy szakaszában (például a karácsony előtti időszakban). Ezen kívül ez a szolgáltatás megfelelő lehet a vevői igények alakítása és azok kiszámíthatóságának szempontjából is. Ha például egy dinamikus csomagautomata egy adott városban minden 4. héten érhető csak el, abban az esetben a vásárlók is úgy fogják időzíteni a megrendelésüket, hogy az egy hónapra szóló időszakra fedezzék szükségleteiket. Ezáltal kialakul egy ütemezése a szállításoknak, mely a szolgáltató szempontjából előnyös, hiszen adott időszakra nagyobb pontossággal fogja tudni meghatározni a várható keresletet, valamint a rendelésleadási határidők bevezetésével jobb járműkihasználtságot, szállítási teljesítménymutatókat fog tudni elérni, mivel az igények egy adott körzet körül fognak koncentrálni.

Egy ilyen rendszer fenntartható kialakításához szükséges az igények előzetes felmérése, elemzése és előrejelzése. Ezen kívül fontos feladat még a hálózatoptimalizálás céljából a dinamikus csomagautomaták elhelyezésének optimális lokációinak meghatározása, a tárolási, átvételi idők meghatározása. Belátható, hogy az ilyen szintű tervezést sok tényező befolyásolja, így ennek a koncepciónak is fontos eleme a kellő minőségű, mélységű és volumenű adatok gyűjtése és elemzése.

A dinamikus csomagautomaták rendszere a szolgáltatások kibővítését is jelenti, ugyanis ezekkel a tárolókkal nem csak csomagfogadás, de a csomagfeladás is lehetségessé válik. Az ilyen megoldások előnyei közé tartozik a magas fokú áruvédelem és az egyszerű, a nap bármely szakaszában elérhető áruátvételi lehetőség.

A fentiek alapján látható, hogy az egyes koncepciókon belül is sok alternatíva létezik, ezek megfelelő használatát befolyásolják a város adottságai, az igények volumenei, koncentráltága és sok további tényező. Ezen tényezők felismerése, összegyűjtése további feladatként fogalmazódik meg, illetve ezek ismeretében szükséges a koncepciók részletes kidolgozása meglévő városi környezetek esetében. Ezek alapján tehát elképzelhető egy olyan megvalósítás, melyet a 9. ábra mutat be. Ebben a példa esetben az igények felmérését követően az a megállapítás született, hogy a hálózat szempontjából az első időperiódusban (pl. 2 hét) az a megfelelő, ha a csomagautomatákat a kék színnel jelölt helyszíneken telepítik, míg a második időperiódusban a sárgákkal jelöltekre. Látható az is, hogy nem feltétlen azonos számú kiszolgáló pontot kell létrehozni, valamint, hogy mivel területileg viszonylag közel helyezkednek el egymástól a kiszolgálási pontok, így az áttelepítés megvalósítása könnyű. Természetesen egy ilyen hálózat kialakításához sokkal részletesebb modellezés szükséges, azonban ennek alapja is a megfelelő adatbázis megléte.



9. ábra: Dinamikus rakodóhelyek térképen megjelenített vázlata (példa)

Ezen kívül szükséges megvizsgálni az egyes funkciók eszközigényeit, technológiai és technikai kivitelezését, a szolgáltatások színvonalát és a fejlesztéseket azok befektetési igénye és megtérülése alapján osztályozni. A változatok bevezetésének kidolgozása is fontos feladat, szükséges ezekben különböző mérföldkövek meghatározása, valamint az egyes szolgáltatások prioritizálása mind a felhasználó, mind a szolgáltató szempontjából.

Az eddigi kutatások alapján elmondható, hogy a városellátással kapcsolatban sok területen feltárássra kerültek a főbb problémák, valamint ezekre megoldási javaslatok is születtek, melyek városi környezetben hasznosíthatók. TDK-dolgozatom felépítése is a korábbiakban végzett struktúrák alapján fog történni, így a következő fejezet fókuszában a jelenlegi helyzet bemutatása és a problémák feltárása áll.

2 A budapesti áruszállítás jelenlegi helyzetének feltárása, problémáinak detektálása

Ebben a fejezetben a jelenlegi budapesti áruszállítási helyzet feltárása a cél különböző aspektusokból tekintve, valamint célom még az, hogy a tapasztalt problémák feltárára kerüljenek. Ezen szakaszban Budapesttel kapcsolatosan fogok megállapításokat tenni, mivel a Kutatócsoport munkája is ezen a területen folyik, így innen vannak olyan releváns adatok, melyek a problémák jelenségét alátámasztják. Természetesen sok város tud azonosulni az alábbiakban felsorolt problémákkal, egy hálózatoptimalizálás esetében az alábbi témakörök vizsgálata kötelező elem bármely város esetében. Ezen kívül természetesen előjöhetnek más szempontok is, így mindig egyedileg kell kezelni egy-egy projekt keretében a helyzetfeltárás, problémák detektálásának fázisát.

2.1 Igazgatási szervezetek

A budapesti áruszállítás rendszerével kapcsolatban elmondható, hogy több szervezet vesz részt közösen a logisztikai folyamatok szervezésében, koordinálásában és ellenőrzésében is. A korlátozott és a védett övezetek kezeléséért és a rakodótárcsák rendszerének koordinációjáért a Budapest Közút Zrt. a felelős [21], az országos útdíjak megfizetéséért a Nemzeti Útdíjfizetési Szolgáltató Zrt. felel [22], valamint a parkolási rendszer is különvált ezekről, a kerületi önkormányzatok a felelősek ezek koordinálásáért. Elmondható tehát, hogy a több intézményi részvétel eltérő döntési és felelősségi körökkel jár, az egyes közigazgatási határok választóvonalak lehetnek a szabályozások szempontjából, valamint a rendszer a széttagoltság következményeként nem lesz hatékony, hosszú átfutási idők jelentkezhetnek az ügyintézkésekben, illetve a döntések meghozása eltérő lehet a különböző közigazgatási egységekben. A szabályozási rendszer ilyen állapotában inkoherens és nem átjárható, mely a változtatások, fejlesztések bevezetését gátolja. Érdemes lenne tehát egy közös ellenőrző és szabályozó rendszer bevezetésére a parkolások, behajtások és rakodások esetében, mellyel csökkenthetők lennének a városi áruszállításhoz köthető szabálytalanságok.

Egy jól szabályozott rendszerben sokkal könnyebben észrevehetők a kapacitás problémák, vagyis azok a hiányosságok, amelyek a rendszer rossz modelljéből adódnak. Ha a rendszer megfelelően irányított és ellenőrzött, akkor észlelhetők lesznek azok az esetek, amikor a rosszul megalkotott rendszer hiányosságai miatt nem lehetséges a szabályok betartatása. Ezekben az

esetekben egyértelművé válik, hogy a hálózat optimalizálásával lehet megszüntetni a problémákat és nem valamilyen egyéb, külső tényező okozza azokat (pl. rossz szabályozási keretrendszer, nem megfelelő infrastruktúra stb.)

2.2 KRESZ

A szabályozottság és ellenőrzés hiánya nem csak az igazgatási szervezeteknél, hanem a jogi korlátozásoknál is megjelenik. A KRESZ szabályozás külön nem tér ki a közös rakodóhelyekre, ennek szabályozásáról az 1/1975. (II.5.) KPM-BM együttes rendelet rendelkezik [23]. A közös rakodóhelyeket a „várakozni tilos” KRESZ táblák jelzik a rakodásra vonatkozó kiegészítő táblákkal, melyek alatt sok esetben feltüntetik a várakozási tilalom idejét és távolságát (mely a szabályos rakodás idejét és helyét jelöli ki) (ld. 10. ábra). Előfordulnak azonban más jelölések is a rakodófrontok esetében; van, ahol útburkolati festéssel (ld. 11. ábra), más helyeken pedig szaggatott útburkolati jelekkel jelölik ki a szabályos rakodásra alkalmas területeket. A jelölések nagymértékű diverzitása problémát jelent a beazonosíthatóságban, a rendszerben egységes jelölések használata lenne optimális.



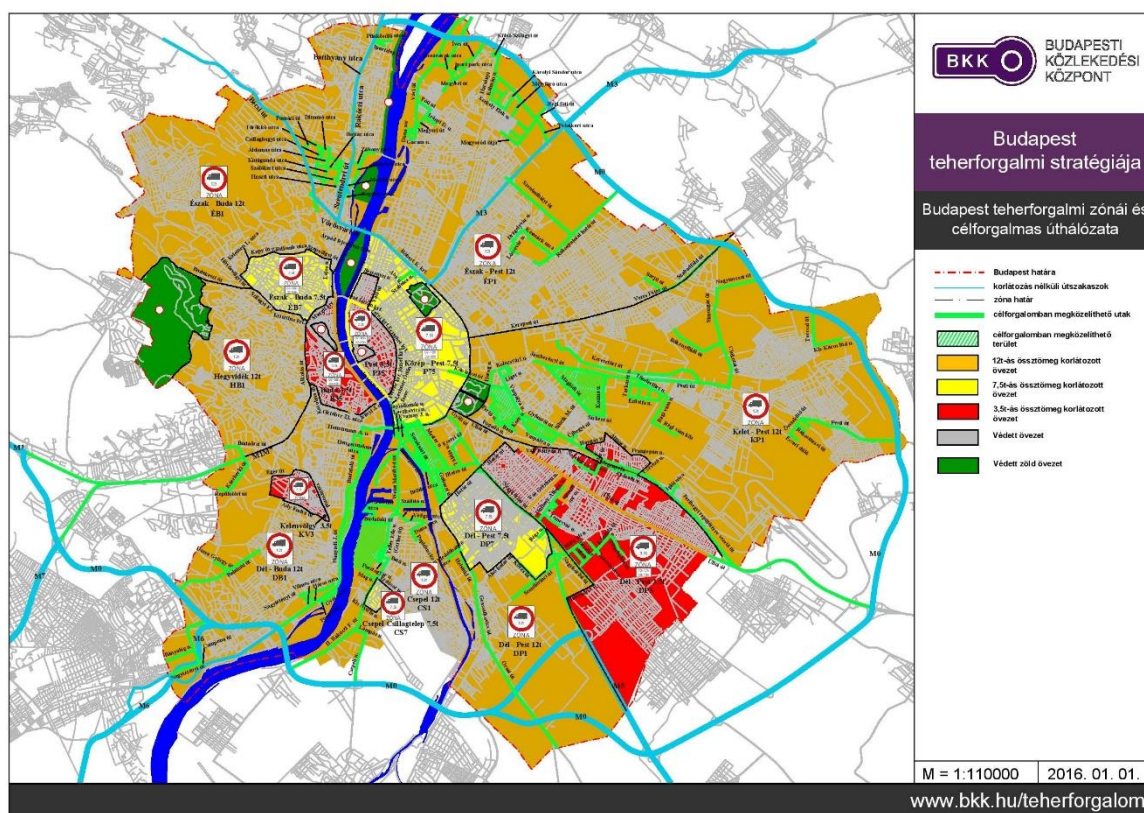
10. ábra: Közös rakodóhelyek jelölése [1]



11. ábra: Győri példa a rakodók útburkolattal való felfestésére [1]

2.3 Behajtási övezetek

A közlekedéssel kapcsolatos további intézkedések a behajtási övezetek és a zónarendszer kialakításához kapcsolhatók. Budapesten az egyre növekvő tehergépjárműforgalom megoldását egy övezetes rendszer kialakításával próbálták enyhíteni, melyet a 12. ábra mutat meg. A legtöbb bevásárlóközpont össztömegkorlátozási zónában helyezkedik el (sárga, narancssárga és piros területek), melyekbe csak egy bizonyos díj megfizetése után lehet behajtani. A díjfizetés alól különböző feltételekkel (elektromos járművek használata, kisebb károsanyag kibocsátású járművek használata stb.) kedvezményeket lehet kapni, mellyel a környezetterhelés mértékének csökkentése volt a cél. Sajnos ez a megoldás nem volt sikeres, mert habár a városon átmenő forgalom (a távolsági áruszállítást megvalósító tehergépjárművek száma) csökkent, a városba szállító cégek szállításaikat kisebb tömegű gépjárművekkel bonyolítják le, mellyel összességében mind a szállítási teljesítmények, mind a környezetterhelés mértéke növekszik.



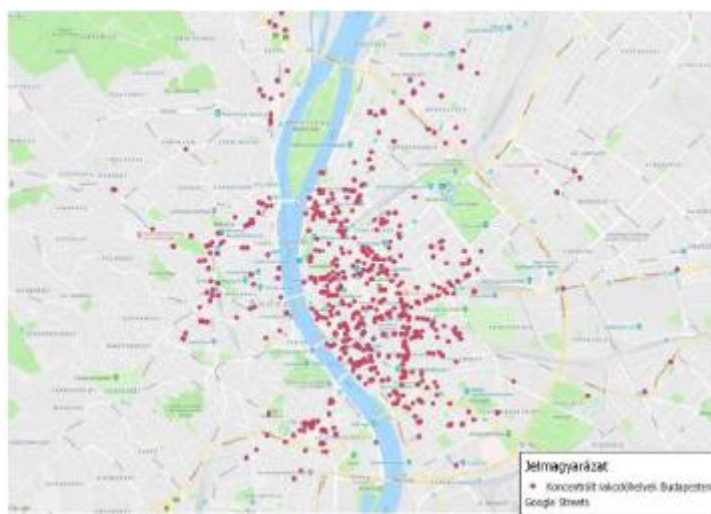
12. ábra: Budapest teherforgalmi zónái és célforgalmas úthálózata [24]

A probléma megoldásához nem elég a tünetek kezelése (vagyis felszínes intézkedések meghozatala), a gyökérokot kell megszüntessük. Ennél a problémánál például az észlelt jelenség a teherszállító járművek számának növekedése, melyet a megnövekedett szállítási

igények idéznek elő. A problémára megoldás lehet, ha a szállításokat összevonjuk és LTL szállításokat végzünk vagy esetleg a vevőket motiváljuk az áruk üzletben való átvételére (pl. kedvezmények).

2.4 Közös rakodóhelyek

Az áruszállítás fentiekben felsorolt problémáin kívül szükséges még foglalkoznunk a városellátás szűk keresztmetszetével, a rakodások lebonyolításával. Jelenleg Budapesten közelítőleg 650 regisztrált közös rakodóhely létezik, melyek túlnyomó része a belvárosban található (ld. 13. ábra). A szállítások végrehajtására már rengeteg alternatív és működő megoldás létezik, azonban a rakodások a mai napig szűk keresztmetszetnek számítanak. Ezek azok a területek, amelyek a városellátás szempontjából az utolsó átrakási pontot jelentik a szállítások legnagyobb részében. A jelenleg működő city-logisztikai rendszerek esetén a korábbi kutatások során számos probléma került feltárára, mint például a szervezetlen áruszállítás, illetve a kevés, nem megfelelő állapotban és nem megfelelő helyen lévő rakodási terület.



13. ábra: Közös rakodóhelyek elhelyezkedése Budapesten [14]

Összességében elmondható, hogy a koncentrált rakodóhelyek esetében az alábbiak jelentkeznek főbb problémákként:

- egységes jelölésrendszer hiánya,
- kevés rakodási terület,
- rosszul elhelyezett rakodók,
- szervezetlen áruszállítás,

- rakodófrontok ingadozó kihasználtsága,
- szabálytalan rakodások,
- rosszul kialakított hálózati topológia,
- adathiány.

Az egységes jelölésrendszer hiánya a számos ellenőrző és irányítószerv együttes szabályozásából fakad, mely a szabálytalan rakodásokhoz vezet. A szabálytalan rakodások a műveletek biztonságos elvégzését veszélyeztetik, valamint a forgalom akadályozását idézik elő. Látható, hogy az egyes problémák között erős összefüggések, ok-okozati viszonyok fedezhetők fel.

A nem optimalizált hálózat a rosszul elhelyezett rakodókból, a kevés rakodási területből és a szervezetlen áruszállításokból adódik, melynek feloldásához a rendszer újratervezése vezethet. Ehhez azonban elengedhetetlen az adathiány kezelése, amely jelenleg nem csak a mérési feltételek hiányából (eszköz, erőforrás, háttértár stb.) adódik, hanem a szervezetlen ellenőrzési és működtetési struktúrából is.

2.5 Rakodótárcsa

A fenti problémákat némelyest már a városvezetés is felismerte, ezért néhány évvel ezelőtt a Budapest Közút Zrt. (illetve a Budapesti Közlekedési Központ, amely akkoriban kezelte ezeket a feladatokat) bevezették a rakodótárcsákat [21]. A rakodótárcsák a rakodás szabályos elvégzését teszik lehetővé közúti parkolóhelyen, 20 perc erejéig meghatározott időintervallumban (ez engedélyhez kötött). Két típusát különböztetjük meg, a védett övezeti rakodótárcsát (14. ábra) és a várakozási övezeti rakodótárcsát (15. ábra). Habár ez a megoldás átmenetelig enyhített a problémákon, fontos megjegyezni, hogy véglegesen semmiképpen sem oldotta meg, hiszen csupán azt a problémát tudja kezelni, amikor kevés a rakodásra rendelkezésre álló terület. Ha a város zsúfolt és szabad parkolóhelyet sem talál a sofőr (ráadásul egy parkolóhely nem elegendő általában a műveletek lebonyolításra), akkor ennek a tárcsának a segítségével sem fogja tudni elvégezni feladatát. Emellett a sofőrök nem motiváltak arra, hogy a kijelölt rakodóhelyeken végezzék el a rakodási műveleteket, hiszen azt megfelelő ellenőrzés híján „bárhol” megtehetik, ami akár veszélyes szituációkat is szülhet. Ezen kívül nehezebben lekövethető a szabályos rakodás megléte és itt is hiányzik a megfelelő szabályozási keretrendszer.

A rakodótárcsát adott gépjárműre lehet megváltani (kivéve a védett övezeti tárcsa esetében), a pakolóőrök ellenőrzik a megállás és a rakodás szabályosságát a jármű rendszáma alapján. A rakodás megkezdésekor a sofőrnek a szélvédő mögött kell elhelyeznie a rakodótárcsát jól látható helyen, melyen jelzi a rakodási idejének megkezdését. Ezt tízperces pontossággal teheti meg, a tárcsán jelzett időponttól kezdve áll rendelkezésére a 20 perc várakozási időtartam. A tárcsát természetesen csak a jármű parkolóhelyről való elhaladása után lehet megváltoztatni.



14. ábra: Várakozási övezeti rakodótárcsa [21]



15. ábra: Védett övezeti rakodótárcsa [21]

A fenti intézkedés a kevés, illetve rossz helyen telepített rakodóhely problémájának feloldása végett jött létre, azonban ezzel a megoldással több probléma is adódik. Egyrésről ez a megoldás sok aspektust nem vesz figyelembe az előzőekben felsoroltak szerint, ahogy nem oldja meg a rakodások szervezetlenségét, a rakodófrontok ingadozó kihasználtságát és a hálózati problémákat sem. Ezen kívül ez a rendszer jelenleg nem lekövethető, nem vizsgálhatók az elvégzett rakodások, ugyanis ezeket nem a rakodófrontokon végzik, hanem a város bármely pontján található szabad parkolási övezetben. A szabálytalan rakodások számát talán némileg csökkentette a rakodótárcsa bevezetése, azonban jelentős javulás ezen a területen sem jelentkezett. A rakodótárcsák használata a gyakorlatban azt mutatja, hogy ez a megoldás nem megfelelő a rakodások szabályozására. A papír alapú tárcsa egy igen elmaradott megoldás, könnyen megsérülhet, lekophat, elveszhet vagy meghibásodhat és ebben az esetben az engedélyt biztosító tárcsa pótlása sem egyszerű. A tárcsa számlapján csak 10 perces pontossággal állítható be a rakodás megkezdésének időpontja, mely ráadásul más szögből tekintve más időpontot mutathat. A csalások kiküszöbölése igen nehéz, hiszen habár a tárcsa átállítása tilos a várakozási hely elhagyásáig, mivel az manuálisan könnyen módosítható, sokszor sajnos a felhasználók élnek is ezzel a lehetőséggel. A tárcsa kihelyezését a szélvédőnél kell megtenni, jól látható helyre kell kihelyezni azt, azonban van, hogy emberi tévesztésből, félreértésből a szabályos használat mellett is történik büntetés. A szabályosság ellenére történő büntetések igazolása pedig igen bonyolult a már korábbiakban említett bürokratikus rendszer miatt, így sok esetben a végfelhasználók inkább nem váltják meg a tárcsát és szabálytalanul végzik a rakodásokat (remélve, hogy nem büntetik meg őket).

A hálózati topológia javítása nagy mértékben összefügg az adathiánnyal, mely jelenleg nagyon súlyos. A meglévő adatbázisok sok helyen hiányosak, illetve hibás, régi adatokat tartalmaznak és az új adatok felvételének lehetősége nem biztosított. Korábbi kutatások foglalkoztak például a közös rakodók adatbázisának pontosságával, ahol arra a megállapításra jutottak, hogy sokszor az adatok jelentősen eltérnek a valós helyzettől. Voltak olyan rakodófrontok, melyek a valóságban nem lettek telepítve, de az adatbázisban szerepeltek, de voltak olyanok is, melyek nem voltak fellelhetők a rakodók adatbázisában, azonban a valóságban táblával kijelölve voltak jelen. Ezen kívül a kutatás foglalkozott az adatbázisban szereplő értékek helyességével olyan szempontból is, hogy összevetették a rakodófrontok valós és a rendszerben szereplő hosszát, itt is jelentős eltéréseket találtak, átlagosan 15% körüli eltéréseket vettek fel [17]. A hálózati topológia újragondolása mindenképpen szükséges lenne a feladat szempontjából, melynek első lépése az adatok összegyűjtése lenne. Az adatgyűjtés

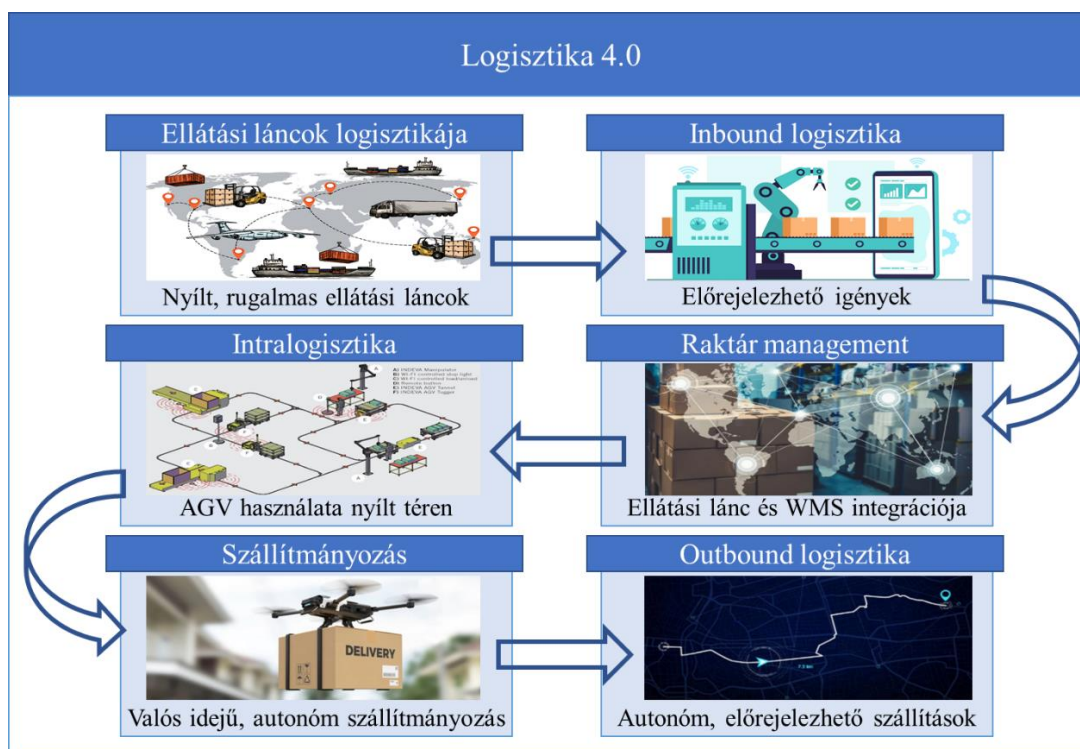
leghatékonyabb módon intelligens eszközök megvalósításával lenne lehetséges, mivel ezek használatával gyorsan, pontosan és nagymennyiségben begyűjthetők azok az információk, melyek alapján a rendszer tervezhető lesz.

Elmondható, hogy a logisztikában, az iparban már rengeteg intelligens megoldás létezik, illetve az ipar 4.0 térnyerésével párhuzamosan megjelent a logisztika 4.0 is, melyben olyan intelligens megoldásokkal találkozhatunk, mint például a Big Data, az IoT, az 5G vagy a CPS [25]. A Big Data kifejezés olyan nagy mennyiségű, változó formátumú adat feldolgozását jelenti, melyeket különböző felhasználók, különböző hálózatokon hoznak létre közösen és ezek feldolgozása korábbi módszerekkel nem lehetséges, új megközelítés szerint kell az adatfeldolgozást elvégezni [26]. A city logisztikai hálózatokban is nagy szerepe van ennek az eszköznek, hiszen a teljes városra vonatkoztatva kell tartalmazza az igényekkel kapcsolatos adatokat, szállítási adatokat, teljesítési határidőket, valamint egyéb, az egyes leadási pontokra jellemző paramétereket. Amennyiben a város szintjén globálisan szeretnénk kialakítani egy rendszert (és egy jó rendszer csak átfogóan tud fenntartható lenni), akkor az adatok napi mennyisége is már igényelni a technológia alkalmazását, de gondoljunk bele abba, hogy ezeket az adatokat visszamenőleg is tárolnunk el, hogy jó becsléseket, előrejelzéseket tudjuk létrehozni.

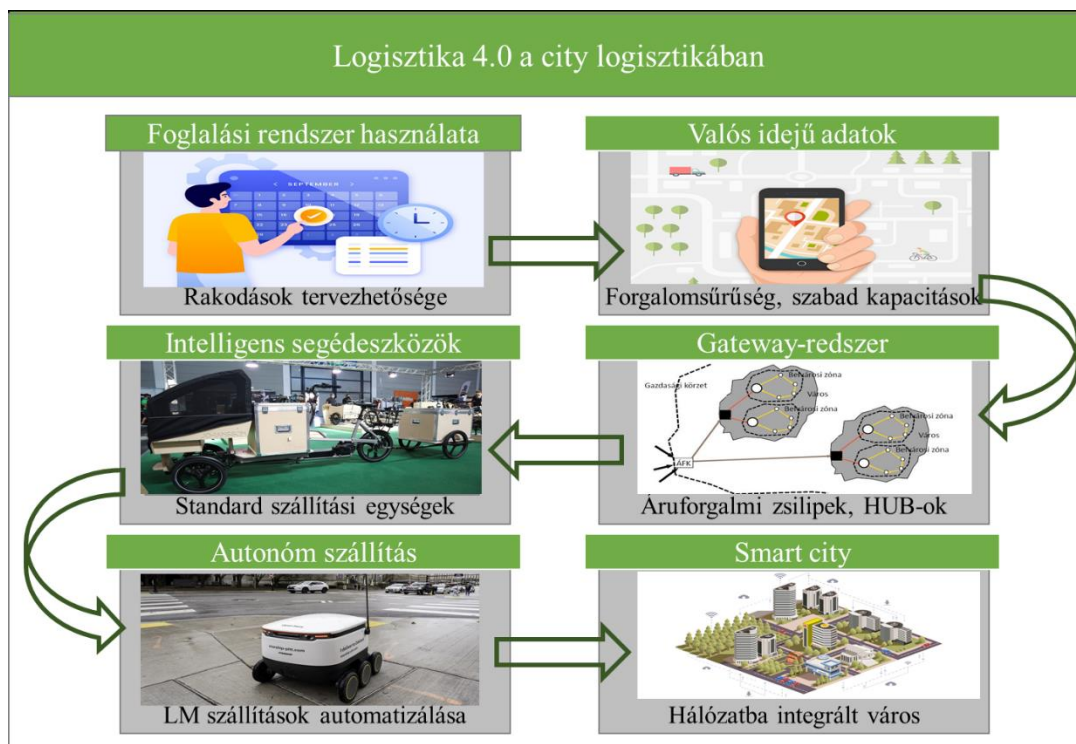
A raktári automatizációs folyamatok, önvezető targoncák, vagyis a „connected industry” (tehát a hálózatba integrált gyártósorok) világában az 5G is egyre inkább elterjed, hiszen erre a technológiára a nagyon kicsi késleltetés, a nagyon nagy sebesség és a nagy mennyiségű adat feldolgozása a jellemző [27]. Az 5G előnye, hogy sokkal rugalmasabb, mivel nincs kábelezés, a gyártósorok könnyen áttelephíthetők, átalakíthatók, valamint ezek a hálózatok általában kizárólag a cég telephelyén működnek, így az adatok „nem lépnek ki” a telephelyről, mely sokkal biztonságosabb és gyorsabb hálózatot eredményez. Az 5G szükséges ahhoz, hogy a folyamatos adattovábbítás valós időben megvalósulhasson, a járművek valós időben kapják a forgalmi adatokat, illetve egy foglalási rendszer bevezetéséhez is elengedhetetlen az 5G alkalmazása.

Ezek a technológiák az alapjaik az okosvárosoknak is, ahol az Internet of Things (IoT) segítségével a különböző gépek, eszközök hálózatba kapcsolva kommunikálnak egymással és a felhasználókkal. Az okosvárosokra jellemző a folyamatos adatgyűjtés és adatfeldolgozás, valamint szabályozás, amely megvalósulhat a városi közművek gazdaságos, környezetkímélő és energiatakarékos vezérlésében, a szolgáltatások (mint például a tájékoztatások vagy kényelem) integrációjában, a közösségi részvétel növelésében (közösségi szolgáltatások

nyújtásával, azok közvéleményen alapuló vezérlésével), valamint a nagy sebességű hálózat biztosításában és a folyamatos kapcsolódási lehetőségek garantálásában. Természetesen ide tartozik az önvezető járművek alkalmazása is, de elképzelhetünk olyan területeket is, melyeknek „smartsága” a dinamikusságában rejlik, vagyis azok multifunkcionális használatában. A közös rakodók esetében önvezető járműként nem csupán autonóm gépjárművet kell elképzelnünk, de ezek lehetnek autonóm tehergépjárművek, autonóm csomagszállító robotok vagy drónok is. Az ilyen eszközöknek speciális igényeik lehetnek, mint például az okos töltés. Ez a funkció a drónok esetében kifejezetten fontos, mely a drón akkumulátorának töltöttsége alapján dönti el, hogy szükséges lesz-e a töltés. Ezek általában alsó és felső korlátokban vannak meghatározva (az akkumulátor kímélése miatt), illetve a drón repülését is szabályozza az akkumulátor töltöttségi színtje (megadott töltöttségi szint alatt már nem szállhat fel). Az önvezető robotoknak is ki kell alakítani töltési lehetőséget, valamint sok esetben dokkolókat is szükséges kialakítani a városi logisztikai infrastruktúra csomópontjaiban. Az ilyen területek alkalmazásához pontos és gyors információáramlásra, valamint intelligens tájékoztató és biztonsági készülékekre van szükség. Az alábbi 16. ábra röviden bemutatja a logisztika 4.0 megoldásait, mellyel párhuzamba állítva létrehoztam a 17. ábra-t, ahol az ipar 4.0 jelentősége látható a city logisztikában néhány példán keresztül.



16. ábra: Logisztika 4.0 (saját szerkesztés [25] alapján)



17. ábra: Logisztika 4.0 a city logisztikában

2.6 Külföldi megoldások

A koncentrált rakodóhelyekkel kapcsolatban már korábbi kutatások [13] [14] is és én is vizsgáltam a külföldi megoldások terén. Sajnos csak igen korlátozott mennyiségben érhető el információ a külföldi megoldásokkal kapcsolatban, azonban az egyértelműen látható, hogy a külföldi városokban is kihívást jelentenek a budapesti problémák, így számos külföldi city logisztikai projekttel találkozhatunk.

A külföldi rakodóhelyekre jellemző a rakodóöblök kialakítása, melyek jelzését itt is a fővároséhoz hasonlóan, táblákkal és felfestéssel oldják meg. Az intelligens eszközök használatának és elterjedésének nyomai nem láthatók, valamint nagyon kevés adat található ezeknek a rendszereknek a működéséről, a megvalósított pilotok kiértékeléséről. Ennek példájul szolgál az alábbi

18. ábra. Baloldalon Nottingham városában kialakított rakodó látható, melyre külön rakodóöblöt hoztak létre, valamint az aszfalton útfestéssel és rakodást jelző táblával is jelölték a terület funkcióját. A jobb oldalon Graz városában található rakodófrontot láthatunk, ahol a budapestihez hasonlóan megállni tilos tábla és a rakodásra vonatkozó kiegészítő tábla jelzi a

rakodófrontot. Ennél a megoldásnál is külön öbölben helyezkedik el a rakodásra alkalmas terület.



18. ábra: Koncentrált rakodók kialakításának külföldi példái [1]

A külföldi városok példáját tekintve találkozhatunk több olyan intézkedéssel, próbálkozással is, melyek a rakodások és a városellátás fejlesztése, korszerűsítése érdekében jöttek létre. Ilyen például a Bilbao városában bevezetett foglalási rendszer [28]. Ennek lényege, hogy a sofőrök előre le tudják foglalni a rakodásra kialakított öblöket. Ez a rendszer valós időben is engedélyezi a foglalások indítását (amennyiben a rakodóhely szabad), valamint lehetőség van előre is foglalni, ekkor a pontos idős foglalás és az intervallumos foglalás közül lehet választani. Az öblök foglaltságának jelzésére jelzőlámpákat használnak, a rakodási folyamatok végrehajtására fél óra áll rendelkezésre (melyet maximum két alkalommal lehet meghosszabbítani).

Nem csak a foglalási rendszerek terén, de a multifunkcionális területek kialakításában is történtek már előre lépések külföldi projektek során, erre szolgál jó példaként Barcelona. Itt olyan területek létrehozását végezték el, amelyek csúcsidőben buszsávként funkcionálnak, a kieső időszakban rakodási területként, az esti órákban pedig engedélyezett az ezeken a területeken való parkolás.

Ezen kívül vizsgáldtak az éjszakai áruszállítással és ezzel kapcsolatban a csendes járművek áruszállításba való integrálásával, valamint új megoldások hasznosításával. Külföldön (és Magyarországon is egyre több) városban találkozhatunk csomagautomatákkal vagy csomagpontokkal, az áruszállítást egyre gyakrabban végzik zero emissziós cargo kerékpárokkal, valamint több megoldás is létezik már drónok és áruszállító robotok használatára.

2.7 Aktualitások

Annak érdekében, hogy a téma jelentősége még inkább bebizonyosodjunk számunkra, néhány aktuális példát szeretnék felsorakoztatni. Ezek mutatják, hogy a szállítások volumene folyamatosan nő, így nem lehetséges már a tüneti kezelés, mindenképpen a gyökérokok feltárásán és megszüntetésén kell dolgozni.

A téma aktualitását jelzi az az esemény, melyet Magyarországon az exponenciálisan növekvő vasúti áruszállítási forgalom kezelése érdekében indítottak el [29]. 2020-ban Kína kereskedelmi volumene 11,7 milliárd dollár volt, mely 2019-hez képest 14%-os emelkedést jelent, valamint ebben az évben lett először Kína Magyarország Európai Unión kívüli legnagyobb kereskedelmi partnere. Bizonyos felmérések szerint a COVID-járvány négy évvel gyorsította fel az e-kereskedelem felé történő elmozdulást, amely a raktárépületek volumenének növekedését vonja maga után. A Záhony Logisztikai és Ipari Övezet (CELIZ) nevű konzorcium célja, hogy az európai viszonylatban stratégiai szempontból jelentős áruforgalmi csomópontot létesítsen Záhonyban. Ezen a területen a vasúti nyomtávok különbözősége miatt van szükség az átrakások lebonyolítására, mely volumenének egyre gyorsuló ütemben való növekedése indokolja az átrakó modernizálását [29]. Látható, hogy a szállítási volumenek egyre inkább bővülő tendenciát mutatnak nemzetközi szinten is. A kínai szállítások ezen típusát leginkább a kiscsomagos egységek jellemzik, vagyis az online elérhető, grandiózus termékfeleséget kínáló oldalak szállításai. Levonható a fentiek alapján tehát az a következtetés, hogy ahogy a volumenek emelkednek, úgy egyre erősebb lesz a kiscsomagos szállítások szerepe az ellátási folyamatokban, melyeket sokszor last mile típusú szállításnak is neveznek. Ezek a szállítások az áru vevőhöz való eljuttatásának utolsó lépcsőfokai, jellemző rájuk a kisebb mennyiségű, de gyakoribb szállítás. Fontos kutatási terület tehát ezen fázis fejlesztése is, így dolgozatom második felében a fejlesztési javaslataim során erre a témakörre is kitérek majd.

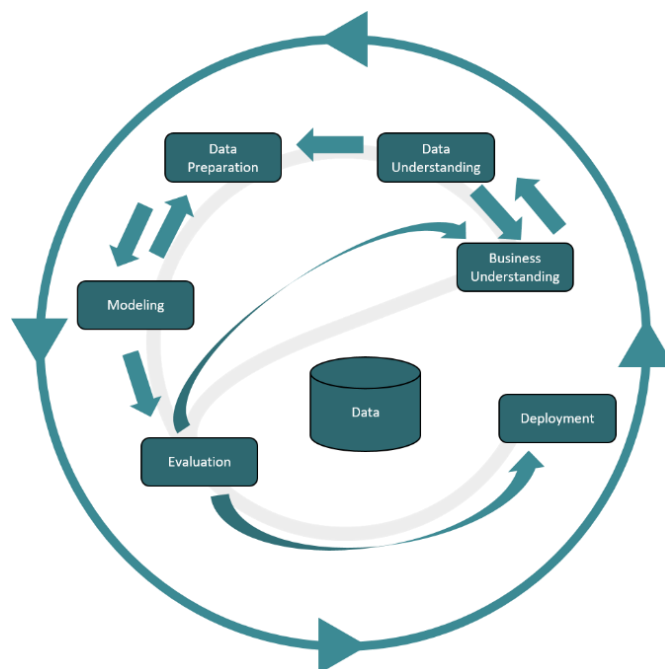
Egy másik aktualitás a jelenleg épülő (várhatóan 2022 második negyedévében elkészülő) East-West Gate Intermodális logisztikai terminál. Az átrakó Fényeslitke (Szabolcs-Szatmár-Bereg megye) határában található és az egyre nagyobb szerepű magyarországi vasúti áruszállítás támogatására jött létre. Ez az intermodális kombi terminál lesz Európa leginnovatívabb logisztikai központja, mivel ez lesz az első, mely saját 5G hálózatot használ a belső kommunikációra és technológiai eszközök működtetésére. A tervek szerint a bakdaruk teljesen automatán működnek majd, emellett távolról irányíthatók lesznek az 5G technológia segítségével [30].

2.8 Adathiány

A fenti problémákból látható, hogy minden aspektusban előkerült a rosszul paraméterezett hálózat, melyet javítani szükséges. Fontos megjegyezni azonban, hogy ez nem lehetséges anélkül, hogy a jelenlegi helyzetet felmérnénk, elemeznénk és egy új, optimális hálózatot hoznánk létre.

Az adathiány számos területen jelent problémát, melyek akár a gazdasági életben is tapasztalunk. Az adatok elemzése a vállalatok életében is igen fontos, melyet a CNC Media tanulmánya [31] is igazol. Ebben olvashatunk arról, hogy az adatok elemzési eszközök felhasználásával mennyi létfontosságú döntés meghozatalához jutunk közelebb. Az adatelemzést tudjuk például a selejtszám csökkentésére felhasználni, a gyártási idők ütemezésére, megrendeléseket tudunk ütemezni, előre jelezhetjük a keresletet, vagyis egyszóval a hatékonyságunkat tudjuk növelni és a veszteségeket csökkenteni.

Az alábbi 19. ábra mutatja be az adatgyűjtés és feldolgozás ciklusát. Ezen az ábrán látható, hogy az adatelemzés szempontjából nagyon fontos az adatok begyűjtése, megértése és előkészítése, mely minden esetben megelőzi a modellépítést. Ez a rész adja az elemzés legnagyobb részét (körülbelül az összes idő 50%-át), valamint a szerepe is igen kiemelkedő a további lépések szempontjából. Ez a rész lesz az alapja az elemzéseknek, vagyis itt dől el, hogy milyen pontos modellt tudunk alkotni.



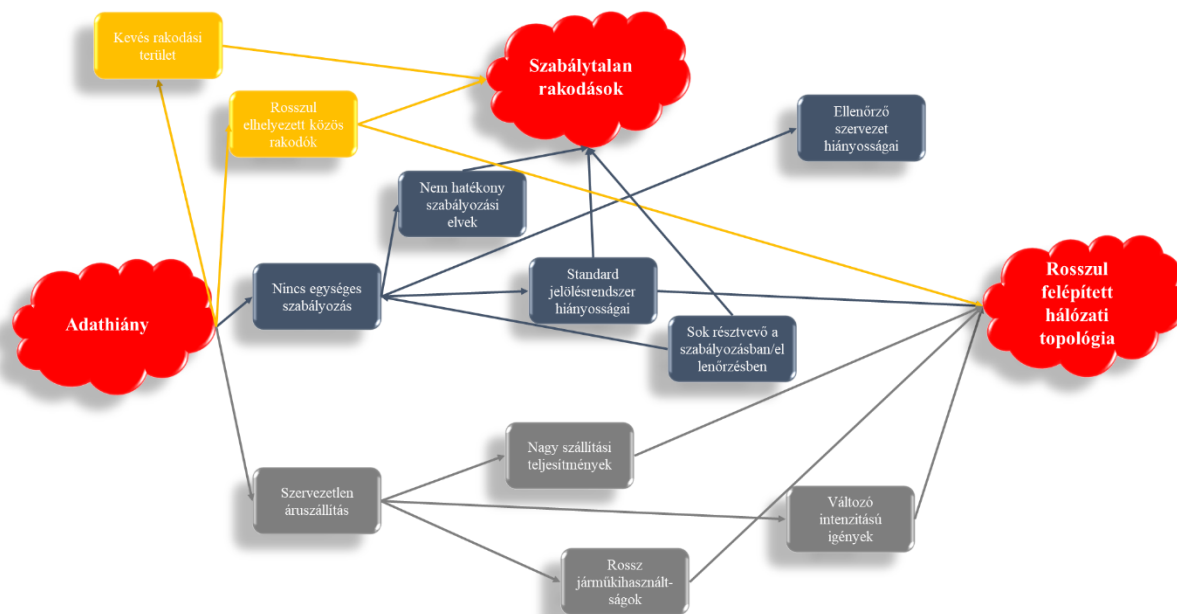
19. ábra: Chapman-féle CRISP-DM diagram [31]

Az adatgyűjtés nagyon egyszerű feladatnak hangzik, azonban számos problémával találkozhatunk ezzel kapcsolatosan. Az adatok gyűjtése során találkozhatunk hiányzó értékekkel, melyek eltorzíthatják a modelljeinket, így ezeket pótolnunk kell valamilyen módon. Az adatok pótlására is többféle megoldás létezik [32], mivel a sporadikus adattáblák kezelése nem lehetséges. Ezen kívül az adatok megfelelő gyűjtése, rendszerezése is külön feladat, hiszen a felesleges adatok böngészése nagy idő- és energiabefektetéssel jár, ráadásul az adatelemzést is jelentősen megnehezíti. Az is sokszor előfordul, hogy rendelkezésre állnak a szükséges adatok, viszont nem a megfelelő formában, esetleg nincsenek standardizálva vagy rossz formátumban vannak. A fentiek alapján belátható, hogy nem csak a cégek esetében, de minden rendszernél nagy jelentősége van az adatelemzésnek, az adatok megfelelő időben, megfelelő formátumban és megfelelő mennyiségben lévő rendelkezésre állása azonban a mai napig probléma sok területen.

Ahhoz, hogy az adatgyűjtés is hatékony lehessen, érdemes a folyamat másik végéről, vagyis a szükséges KPI-ok, modellek szempontjából felépíteni az adatbázisokat.

Az adatgyűjtés jelentősége tehát a fentiek alapján látható, így a városellátási feladatok tervezésekor is ez a legmeghatározóbb lépés. Az adatok felhasználhatók a rendszer méretezési paramétereinek meghatározásához, melyhez sok és jó minőségű adatra van szükség, de ezek nem állnak rendelkezésre semmilyen formában. Az optimális szállítási hálózat megalkotásához szükségünk van az egyes igények adataira (mint például a volumenek, teljesítési határidők, intenzitások), valamint a kiszolgálási adatokra is. Ezen kívül fontos lehet még az iparág, a cég neve és a szállítást végző gépjármű adatai (kapacitás, meghajtás stb.)

Az alábbi 20. ábra mutatja a különböző tünetek, problémák közötti, ok-okozati viszonyokat. A problématerkép legfontosabb megállapítása, hogy a szabálytalan rakodások és a rosszul optimalizált hálózat a két végső tünetünk, melyekből visszafelé elindulhatunk a gyökérok felkutatásáig. Habár egy-egy tünet több másikkal is összefüggésben (esetleg ok-okozati viszonyban áll), az egyértelműen megállapítható, hogy a gyökérok az adathiány, mivel ez az az elem, melynél csak kifelé mutató nyilak találhatók, vagyis a problémák innen gyökerezethetők.



20. ábra: Problématérkép a rakodásokra vonatkozóan

3 Megoldási javaslatok

A problémák és a jelenlegi helyzet részletes feltárása után a fentiekben megfogalmazottakra fókuszálva megoldási javaslatokat szeretnék bemutatni, amelyek a rendszer hatékonyságát növelik, valamint rövid és hosszútávon enyhítik (majd megszüntetik) a kialakult nehézségeket.

A szabálytalan rakodások megszüntetése és a standard jelölésrendszerek kialakításának érdekében szükséges lehet egy ellenőrző, koordináló szerv létrehozása, amely kapcsolatot teremtet a különböző résztvevők között. Ennek a szervezetnek a feladata lenne a koordináción túl az is, hogy az egyes szervezetek munkáját felülvizsgálja, a különböző jogosultságokat, szerepköröket a megvalósításban részt vevő csoportok között kiossza, valamint az is, hogy az elevégződő feladatokhoz felelősöket társítson. Természetesen az ellenőrzés és a kétirányú kommunikáció is nagyon fontos egy ilyen felülvizsgálatot megvalósító egység esetében, így fontos, hogy az adat- és információáramlás gördülékeny, gyors és hatékony legyen.

A kevés rakodási terület megoldásául szolgálhatna az is, ha multifunkcionális területeket alkalmaznánk, vagyis ideiglenes rakodófrontokat hoznánk létre. Ezzel több rakodóhelyet hozhatunk létre, melyeknek kihasználtsága igen magas lesz, mivel ezek csak a rakodások csúcsidejében működnek koncentrált rakodóhelyként. Ez azt jelenti, hogy csak a legforgalmasabb időszakban használjuk ezeket a területeket rakodásokra, különben pedig más funkciókat látnak el. Ezzel a megoldással úgy nyerhetünk plusz rakodási területeket, hogy nem veszítünk más funkciók területeiből, azonban azt is figyelembe kell venni, hogy az ilyen megoldások során kiemelten fontos a jelzések egyértelműsítése.

A rakodási területek felszabadításához használhatunk rakodást segítő segédeszközöket, melyek a le- és felrakodást hatékonyabbá, ezáltal gyorsabbá teszik. Belátható, hogy a gyorsabb, kevesebb ideig tartó rakodások által egy nap több ilyen feladat is elvégezhető, mellyel ugyanazt a hatást érjük el, mintha a rakodási területeket növeltük volna meg. Ilyen segédeszközök lehetnek a standard szállítási egységek, dokkolható, könnyen le- és felcsatolható szállítási egységek. Ezek használata azonban igen bonyolult és nagy szervezési háttérrel igényel (göngyölegkezelés, szállítási egységek kialakítása stb.). Ezen kívül a rakodásokhoz használhatunk szintkiegyenlítőket, kézi szállítóeszközöket, melyek a folyamatot gyorsíthatják.

A rakodási területek hiányának feloldásaként megvalósítható még továbbá az éjszakai áruszállítás és a rakodóhelyeken történő ideiglenes tárolási lehetőségek koncepciója. Ebben az esetben a forgalom terhelését egyenlítjük ki, hiszen a nappali órákban koncentrált igényeket 24

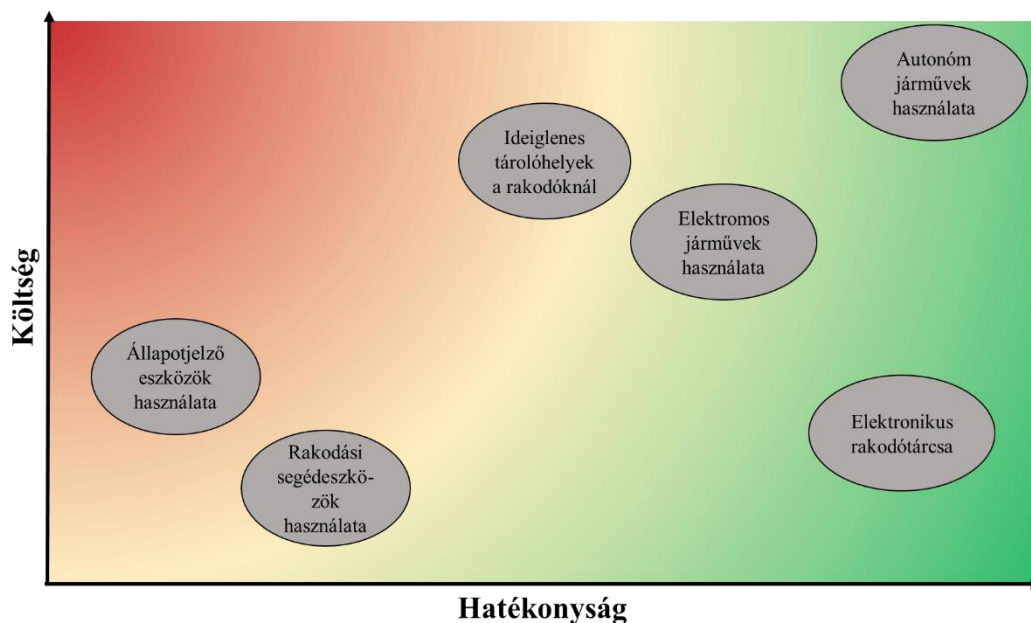
órában, egyenletesen tudjuk szállítani ezáltal. Ez a megoldás sajnos igen drága, mivel biztosítani kell az áruvédelmet, a tárolási eszközt is és a flotta cseréjével jár.

Az autonóm eszközök használata is segíthet a rakodási folyamatok hatékonyságának növelésében, mivel ezek az eszközök sofőrök és külső emberi beavatkozás nélkül tudják a feladatokat elvégezni. Az ilyen autonóm robotok, drónok használata a kiscsomagszállítás esetében a leghatékonyabb, a tehergépjárművek esetében egyelőre kevésbé mutatkozik problémaként a sofőrhiány.

A hálózat fenntarthatatlan állapotának feloldása anank újratervezése lenne, melyhez a szállítási feladatokkal kapcsolatos adatokra lenne szükség. Ennek megoldásaként szolgálhatna egy igen egyszerű koncepció, melyet elektronikus rakodótárcsának neveztem el. Ennek lényege, hogy egy mobilapplikáció segítségével gyűjti az adatokat a szállításokkal kapcsolatosan.

A fenti megoldásokat összehasonlítottam két, általán fontosnak vélt tényező alapján, amely a költség és a hatékonyság (21. ábra). A költség adja itt meg a bekerülés költségét, valamint a megtérülés idejét is, míg a hatékonyság azt jelképezi, hogy a fejlesztés bevezetése mekkora javító hatással járna a jelenlegi rendszerre, mennyiben tudná annak hatékonyságát növelni. Az alábbi ábrából az látszik, hogy az elektronikus rakodótárcsa lehet a legjobb megoldás, mivel ennek elég alacsony költségei vannak, viszont nagyon nagymértékű fejlődést lehet elérni általa, elsősorban az általa szolgáltatott adatoknak köszönhetően, így a későbbi fejezetekben ezzel a megoldással foglalkozom részletesebben.

A megoldás bemutatását először az elektronikus rakodótárcsa koncepciójával, működésének lényegével kezdem. Ezután részleteiben is bemutatom a javaslatot, felsorolom előnyeit és hátrányait, az adatgyűjtés menetét, majd a megvalósításának tervezett folyamatát.



21. ábra: Fejlesztési javaslatok értékelése a költség és a hatékonyság függvényében

3.1 Az elektronikus rakodótárcsa koncepciója

A hálózat optimalizálásához adatokra van szükségünk, melyek a jelenlegi helyzetben nem állnak rendelkezésünkre és nincs olyan rendszer vagy eszköz semmilyen befolyásos szervezet kezében sem, mellyel az adatok kinyerhetők lennének, jelenleg sehol sincsenek rögzítve a városi áruszállítás paramétereivel és a rakodásokkal kapcsolatos legfontosabb adatok [13]. Emiatt lett dolgozatom fő eleme az adatok begyűjtésének, rendszerezésének és kezelésének folyamatának kidolgozása. Az ötlet a rakodótárcsák rendszerén alapszik, annak korszerű, környezetbarát és egyszerű, intelligens változata, melynek az „elektronikus rakodótárcsa” nevet adtam.

Az elektronikus rakodótárcsa a jelenleg használatban lévő papír alapú tárcsának kiváltását jelentené. A koncepció lényege, hogy egy korszerű megoldással biztosíthassuk, hogy a jelenlegi rakodótárcsa funkcióit, vagyis a rakodások várakozóhelyen történő szabályos elvégzését biztosítsa. Fontos, hogy az új megoldás feltételei a hagyományos rakodótárcsa funkcióinak megőrzése, így a védett övezeti rakodótárcsa elemeit is integrálni szükséges. A rakodótárcsák rendszerének fontos eleme továbbá az ellenőrzés, így az új koncepció kialakításakor is biztosítanunk kell az ehhez szükséges adatokat.

Mivel ebben a koncepcióban a papír alapú megoldás elektronizálásáról lenne szó, így az adattáblák létrehozásánál is elektronikus adatbázisokat hozunk létre. Az első nagyon fontos ilyen ábra az ügyféltörzs (1. táblázat).

1. táblázat: Ügyféltörzs adattáblája

Ügyféltörzs	
 PK	Ügyfél_ID
	Ügyfél neve
	Ügyfél iparága
	Rendszám

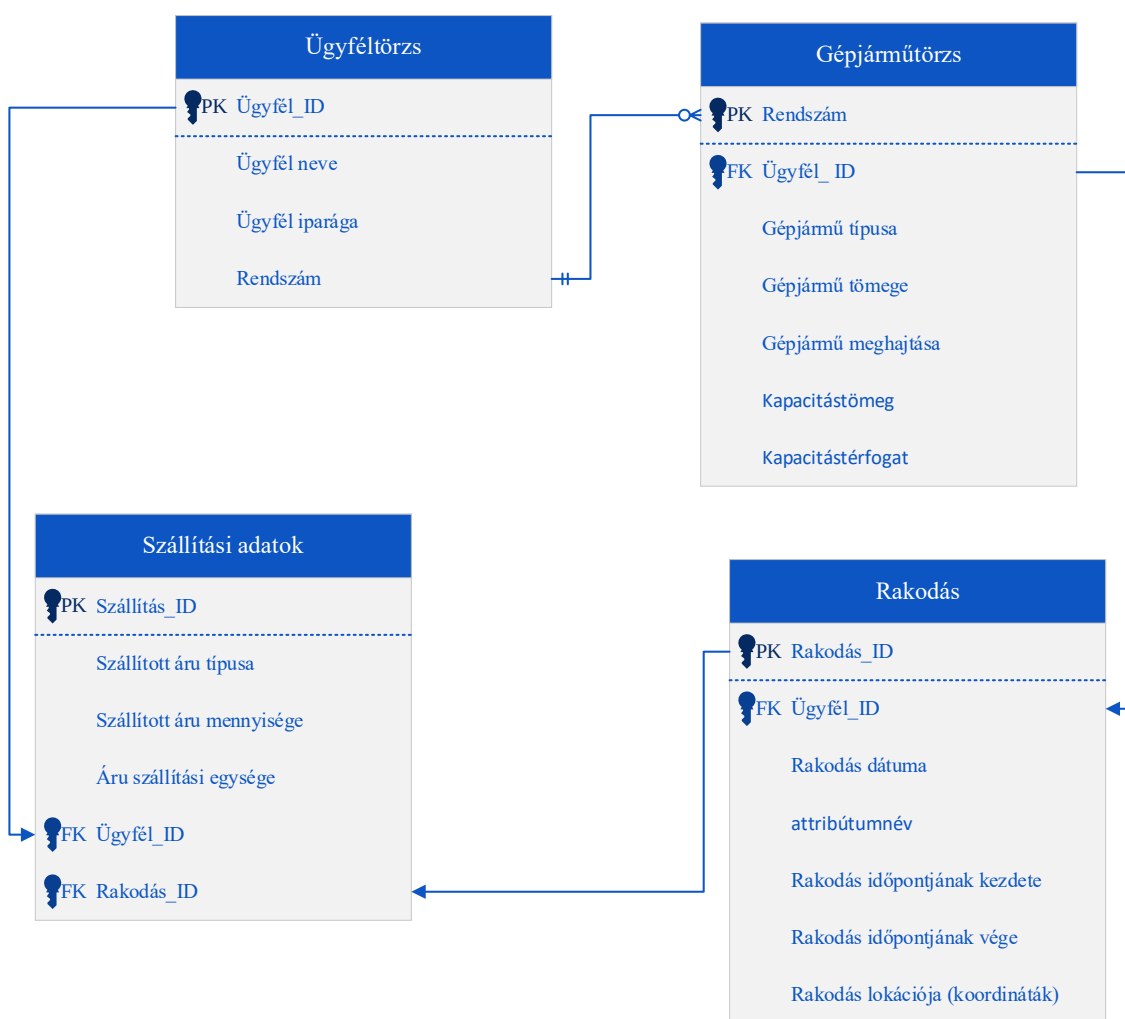
Az ügyféltörzs tartalmazza a felhasználó cégének nevét, a szállítás iparágát, valamint a szállítást végző jármű rendszámát, mely kapcsolatban áll a gépjárműtörzs nevű adattáblával (2. táblázat) amely a gépjármű rendszámához rendeltén tartalmazza a gépjármű típusát, tömegét, valamint meghajtását.

2. táblázat: Gépjárműtörzs adattáblája

Gépjárműtörzs	
 PK	Rendszám
 FK	Ügyfél_ID
	Gépjármű típusa
	Gépjármű tömege
	Gépjármű meghajtása
	Kapacitástömeg
	Kapacitástérfogat

Az adatmodell tartalmaz még továbbá két adattáblát, melyből az egyik a rakodás adatait tartalmazza, vagyis annak megkezdési idejét, befejezési idejét és pontos lokációját. A másik adattábla a szállításra vonatkozóan tartalmaz adatokat, mint például a szállított áru típusa,

menyisége és szállítási egysége, azonban ezt az adattáblát akár el is hagyhatjuk a kezdetekben. A három legfontosabb információt tartalmazó adattábla tehát az ügyféltörzs, a gépjárműtörzs és a rakodási tevékenységekre vonatkozó adattábla. A későbbi fejlesztések során, a nagyobb mélységű adatelemzés végrehajthatóságának érdekében szükséges lesz további adattáblák létrehozása. Ezekben az adattáblákban tárolhatjuk például a felhasználói oldal adatait, vagyis az üzletek preferált szállítási módjait, időpontjait, eszközeit. Ezáltal a rendszer fejlesztése az igény oldalról indulhat el, így nem a jelenleg rendelkezésre álló erőforrásokra tervezhetünk, hanem egy olyan optimális megoldást hozhatunk létre, mely a felhasználói igények kielégítését teszi lehetővé.



22. ábra: Az elektronikus rakodótárca kezdeti adatmodellje

Az elektronikus rakodótárca megvalósítása egy mobilapplikációban rejlik, mely ezzel könnyen és széles körben elérhetővé válik. A mobilapplikáció a rakodótárskákat váltaná fel elektronikus formában, amely azt jelenti, hogy a felhasználóknak elektronikusan kell benyújtaniuk a regisztrációs igényüket (illetve az ezzel kapcsolatos költségeket kezelniük),

melyek a Budapest Közút Zrt. ellenőriz, jóvá hagy és az adott gépjárműhöz hozzárendel egy felhasználói fiókot (23. ábra). A regisztráció során szükséges megadni a gépjármű típusát, hogy az egyes szállítási, rakodási feladatok elemzésénél kapcsolati összefüggéseket elemezzünk, valamint azért is, mert így a járművek kihasználtságából mérlegelhető a közös szállítások relevanciája. A cégnév megadása azért is lehet fontos, mert így tudunk az adott vállalkozásnak a szállításaira vonatkozó összesített KPI-okat szolgáltatni, valamint az adatelemzés aggregációját a cégek alapján is elvégezhetjük. A gépjárművek tömege a korlátozott övezetek miatt fontos, ez az információ segítségünkre lehet abban, hogy a zónahátorokat kijelölhessük a behajtási igényeket figyelembevéve. Az iparág is lehet egy aggregációs jellemző, mellyel a hálózat különböző elemeit jellemezni tudjuk. A meghajtás típusa bizonyos kedvezményekre jogosíthatja fel a felhasználókat, valamint elemzési szempontból vizsgálhatjuk a zéróemissziós járművek teljesítményét, hatékonyságát, összehasonlíthatjuk a nem elektromos meghajtású gépjárművekkel.

Ezután a sofőrnek nincs más dolga a szabályos rakodás lebonyolításához, mint az, hogy amint rakodásra kijelölt helyen (vagy szabad várakozóövezetben) megáll és elkezdi az operációt, a mobilapplikációban is rögzíti ezt, majd, amikor végzett és a rakodási operációkat befejezte, az applikációban is adminisztrálja a munka befejezését (24. ábra). Ez a művelet szó szerint két kattintással elintézhető, így valószínűleg sokkal kevesebb manipulációs művelettel járna ez a megoldás, mint a hagyományos rakodótárcsa használata.

Az elektronikus rakodótárcsa abban tér el a jelenleg használtaktól, hogy ezeket nem csupán a védett övezetekben, illetve várakozási övezetekben lenne szükséges használni, hanem rakodófrontokon történő rakodás esetében is. Ez azért szükséges, mert csak így lesznek megbízhatók az adatok és így kaphatunk teljes képet a valós végrehajtandó feladatokról.



23. ábra: regisztrációs koncepciókép az elektronikus rakodótárcsáról



24. ábra: Az elektronikus rakodótárcsa egyszerű használatának bemutatása

A rakodótárcsa koncepciójának kidolgozása után a koncepció megvalósításának aspektusait veszem górcső alá. A következőkben lesz szó a megoldás előnyeiről és hátrányairól, a különböző funkcióiról, valamint a bevezetésének lépéseiről. Ez a rész már nem csak

konceptcionális szinten, hanem annál mélyebben, részleteiben és folyamatában foglalkozik az elektronikus rakodótárcsával.

3.2 Az elektronikus rakodótárcsa előnyei

A megoldás előnyei között lehet felsorolni, hogy használata igazán egyszerű és széleskörben elérhető, hiszen a mai világban egy okostelefon elengedhetetlen kelléke a mindennapjainknak, sok esetben ezt az eszközt a cégek is biztosítják a munkavállalóiknak. Emellett megkönnyíti a regisztrációs és engedélyeztetési folyamatokat, hiszen a vevő online, várakozás nélkül nyújthatja be igényét a rakodási jogosultság megszerzésére, nem korlátozza sem az előtte álló várakozó sor nagysága, sem az azt kiadó intézmény nyitvatartási ideje.

Ezen kívül elmondható, hogy az applikáció használatával könnyebben ellenőrizhetők a rakodások szabálytalanságai, hiszen a hagyományos, papír alapú esetben a tárcsa számlálója visszatekerhető, az alkalmazás azonban pontosan rögzíti a művelet kezdési időpontját. Emellett az alkalmazásban be lehet állítani azt is, hogy ugyanazon a rakodóhelyen (vagy annak akár adott sugarú környezetén belül) ugyanazon gépteherjarmű ne kezdhesen bele újabb rakodási folyamatba (vagy esetleg csak felár ellenében), így a szabályosság biztosítható. Emellett az elektronikus rakodótárcsa előnyei közé tartozik az is, hogy nem veszíthető el, míg egy papír alapú tárcsa eltűnésének esetében meg kell oldani annak pótlását és a megtalált, adatokat is tartalmazó tárcsa megfelelő kezelését is.

Ezen kívül környezetbarát megoldás, hiszen nincs szükség semmilyen anyagra az elektronikus tárcsa kiadásához, valamint módosítások eszközzésénél vagy hibás adminisztrációnál sincs szükség egy új papíralapú engedély kiállítására, csupán elektronikusan eszközölhető módosításokra.

További előnyként hozható fel az a tény is, hogy az elektronikus rakodótárcsa habár egy intelligens megoldásnak nevezhető, még sem tűnik olyan távolinak, nem egy nagyon futurisztikus, földtől elrugaszkodott ötlet, hanem egy, a ma technológiájával és eszközeivel megvalósítható és működtethető megoldás, ami egyébként a jövő intelligens megoldásainak bevezetését is meg tudja alapozni. A program működése viszonylag egyszerűen kivitelezhető, egy a témában jártas szoftverkészítő cégnek egy napi rutinfeladata ezt az alkalmazást leprogramozni, így az új, elektronikus rakodótárcsa bevezetése rövid időintervallumon belül véghezvihető.

Az elektronikus rakodótárca mellett említhető pozitívum továbbá az is, hogy egy általánosan alkalmazható modellről beszélhetünk. Ez a megoldás bármelyik városban hasznosítható, így mind belföldön, mind külföldön érdemes megfontolni használatát. Amennyiben az alkalmazás már kifejlesztésre került, még könnyebbé válik a terjesztése, ugyanis a meglévő alapot csak hozzá kell igazítani a városi környezethez, így szinte azonnal bevezethető az elektronikus rakodótárca az új területeken is.

A legutolsó pontban szeretném kifejteni az alkalmazás legnagyobb előnyét, mely pedig nem más, mint az adatgyűjtés. Természetesen a korábbiakban felsorolt előnyök is mind emelnék a rakodásokkal kapcsolatos szolgáltatások színvonalát, azonban a számunkra legértékesebb előnye az alkalmazás használatának a nagy mennyiségű és jó minőségű adatok begyűjtése.

Az adatgyűjtés fontossága igen nagymértékű a logisztikai feladatok során, nem beszélve arról, hogy ezekkel az információkkal közelebb kerülhetünk az okosvárosok megvalósításának kidolgozásához. Ezt támasztja alá az IoT Zóna publikációja is, amely egy cég szoftveres szolgáltatásáról ír, mely biztosítja a szállítmányozást végző cégeknek a vevők irányába történő folyamatos információáramlást [33].

Az adatgyűjtés fontossága tehát jól látható, hiszen pontos, megfelelő mennyiségű és minőségű adatok szükségesek mind a rendszerek megtervezésénél, mind azok felülvizsgálatánál. A különböző elemzések végrehajtása sokkal realisztikusabb képet mutat, melyből pontosabb következtetések, előrejelzések vonhatók le, így a rendszer tervezése és optimalizálása során sokkal közelebb juthatunk a végleges állapothoz, amely a tesztelési fázis lerövidülésével jár. A rendszer újbóli megalkotásának minden lépéséhez szükséges adatot biztosítaná a rakodótárca, vagyis már a csomópontok számának meghatározásától kezdve, a rakodók lokációjának, kapacitásán keresztül akár a dinamikus rakodóhelyek alkalmazásáig biztosított lenne minden szükséges információ.

Ezen kívül a vevői élmény fokozásához, pontosabb, hatékonyabb szolgáltatást nyújthatnak ezáltal a cégek, hiszen az információhoz mind a két (vagyis mind a vevői, mind a szolgáltatói) oldalról hozzáférnek, így a kommunikáció is lényegesen leegyszerűsödik.

A későbbiek során megvalósítható lenne az adatok közötti kapcsolatelemzés is, amelyekből olyan fontos összefüggéseket, arányosságokat, kapcsolatokat tudnánk megállapítani, melyek az előrejelzések pontosságát javítanák. A megállapított összefüggések tudatában két összefüggő tényezőnél, ha már az egyiket meg tudtuk állapítani vagy közelítő módon megbecsülni, akkor a másikkal való kapcsolata alapján a másik tényező is megállapítható lesz. Tegyük fel például,

hogy a mért adatok alapján megállapítottuk, hogy kapcsolat áll fent a forgalomsűrűség és a rakodások időtartama között. Ha azt látjuk a múltbéli adatok alapján, hogy a forgalomsűrűség növekedése következtében nő a rakodások időtartama és ezt a szignifikanciát igazolni is tudjuk, akkor a foglalási rendszer pontosságát is tudjuk valós időben becsülni. Természetesen egy ilyen összefüggést kiterjeszthetünk arra is, hogy a felhasználónak ajánlásokat tegyünk foglalásának áthelyezésére a forgalmi adatok és a becsült rakodási idő segítségével. Egy egyszerűbb összefüggés lehet a szállítási volumenek és a megállók (vagyis leadópontok) száma. Amennyiben nincs elegendő adatunk az egyik értékből a jövő becslését illetően, például nem tudjuk a leadóhelyek számát, akkor a volumenek alapján (esetleg egyéb összefüggések figyelembevételével) előrejelezhetjük a megállók számát is a korreláció alapján. Ez azt jelenti, hogy kisebb mennyiségű rendelkezésre álló adat esetében is tudjuk majd a rendszer számos tényezőjét előrejelezni, illetve a már előrejelzett tényezők értékén finomítani az összefüggések alapján.

3.3 Az elektronikus rakodótárca hátrányai

Az elektronikus rakodótárca használatának természetesen hátrányai is vannak. Az első kétség, amely ezzel felmerülhet, hogy az idősebb korosztály számára némileg nehézséget okozhat az okoseszközök használata, azonban ez egy kisebb problémaként említhető, hiszen számos kisegítő lehetőség létezik már napjainkban is, ami a használatot megkönnyíti, valamint az alkalmazás kialakításának céljai között a felhasználói felület minél letisztultabbá, egyszerűbbé tétele. Emellett említhető még, hogy a papíralapú rakodótárca használata az elektronikus tárcsa bevezetésével módosulna, hiszen nem csak a várakozási övezetekben válna szükségessé a használata, hanem a rakodásra kijelölt területeken is. A kibővített használat eleinte biztosan nehézségeket jelentene a felhasználóknak, hiszen azokban az esetekben is szükséges lenne a tárcsát használniuk, amelyekben eddig kellett és ez hibákhoz vezethet a megszokásból való cselekvés okán. Természetesen ezeknek a helyzeteknek a lekezelését is létfontosságú átgondolni, mivel a nem megfelelő bevezetéssel a felhasználók érdeklődését elvesztjük, mely a projekt bukásához vezethet. Ezen kívül az adatok megbízhatóságának szempontjából fontos, hogy a bevezetés legvégére kötelezővé tegyük az e-tárca használatát, különben nem kaphatunk teljeskörű adatokat és reprezentatív mintát.

Az elektronikus rakodótárca hátrányai között szerepeltethetjük a rendszer instabilitását és külső tényezőktől való függését. Ez alatt azt értem, hogy a folyamat csak akkor működik, ha biztosítottak a technológia feltételek, rendelkezésre áll a megfelelő készülék (mobiltelefon),

van internetkapcsolat, valamint az elektronikus rakodótárcsa rendszere is működik. Ezekre az esetekre is fel kell készülni, valamint itt is érdemes figyelembe venni a korszerű, megbízhatóbb eszközök (pl. 5G) használatát.

Emellett az elektronikus rakodótárcsa hátránya lehet továbbá az adatok és a rendszer biztonságának kezelése, hiszen itt olyan értékes adatbázis kerül felvételre, mely sok piaci szereplő számára érdekes lehet. Fontos biztosítani a felhasználók adatainak megfelelő és biztonságos kezelését, valamint az adatok lopásának megakadályozását is.

Az új megoldás talán legnagyobb hátrányaként említhető az, hogy fontos eldöntenünk magunkban, hogy inkább a rakodások szabályozását és ellenőrzését szeretnénk megvalósítani a rendszer segítségével, vagy pedig az adatok minőségének növelését szeretnénk elérni. Ez a két szempont ugyanis a rendszer paramétereinek, szabályainak felállítása során fordított arányosságban áll egymással, így szükséges megtalálnunk azt az egészséges egyensúlyt, mellyel megfelelő pontosságú és mennyiségileg is elégséges adatot gyűjthetünk. Be kell látnunk azt, hogy ha nagyon lekorlátozzuk a felhasználók lehetőségeit, akkor a rendszer használatának előnyeit kevésbé fogják látni és tapasztalni, leginkább egy ellenük irányuló, büntető, ellenőrző rendszernek érzik majd, így megpróbálják majd elkerülni a használatát. Amennyiben ez a helyzet áll fent, az adatok minősége nem lesz megfelelő, torzítottan lesznek csak jelen, szinte csak szabályos, időben elvégzett rakodásokkal fogunk találkozni (természetesen a vártnál sokkal kisebb mennyiségben). Azonban, ha például megengedjük a felhasználóknak, hogy ha az alkalmazás használatával végzik a rakodásokat, akkor nem szükséges 20 percen belül elvégezniük azt, hanem időkorlát nélkül bonyolíthatják le a folyamatokat, a rakodások regisztráció meg fog növekedni. Ez persze csak a bevezetési időszakban lehet releváns, hiszen amint a rendszert teljeskörűen kiterjesztjük a felhasználók körében, akkor egy egységes szabályozási és korlátozási rendszert kell megalkotnunk, ahol az ellenőrzést is el tudjuk végezni. Amint az ellenőrzés végrehajtása is a feladatok között szerepel, onnantól ilyen kedvezmények adása már nem lesz lehetséges. Természetesen ezeket az engedményeket fontos jól megszervezetten be- és kivezetni a rendszerből, hiszen a nem megfelelő mértékű és időzítésű engedmények is torzítják a begyűjtött adatokat. Ha nincs időkorlát például, a sofőr nem lesz motivált a rakodás minél előbbi lebonyolítására, esetleg előfordulhat, hogy olyankor is megáll „rakodni”, amikor csak várakozik az úttest szélén.

3.4 Adatgyűjtés az elektronikus rakodótárcsával

A hálózat megalkotásánál nagyon fontos, hogy a csomópontok jó helyen, megfelelő kapacitásokkal helyezkedjenek el, hiszen egyéb esetben egy olyan új rendszert fogunk létrehozni, amely nem fenttartható. Az igények alulbecslése esetén a rendszer túltelített lesz, ellenkező esetben pedig a túl nagy tartalékok miatt nem hatékony. Ennek elkerülése miatt fontos a pontos és megfelelő adatbank beszerzése, mivel csak így hozhatunk létre egy olyan rendszert, melyben a csomópontok a pont megfelelő lokációknál, megfelelő számban és megfelelő kapacitásokkal vannak jelen. Ennek pedig az első lépése az adatgyűjtés.

Az elektronikus rakodótárcsa használatával a rakodásokkal kapcsolatban gyűjthetünk valós adatokat, melyeket az alkalmazás rögzít minden egyes tevékenység regisztrálásakor. Az alkalmazás használatakor szükséges a GPS elérését engedélyezni, így a pontos lokáció szerint kaphatunk információkat. Ezeket az információkat egy adatbázisban tárolnánk el, melyeknek feldolgozásához szükség lehet Big Data, vagy más adatbázist megfelelően kezelő eszközre.

A felhasználóknak a regisztráció benyújtása során meg kell adniuk néhány adatot a gépjárműre vonatkoztatva (rendszer, típus, tömeg stb.), illetve a szállítást végző céggel kapcsolatban is (cégnév, iparág stb.). Már ezekből az adatokból megfelelő mérésszám esetében is olyan értékes információkat kaphatunk, mint

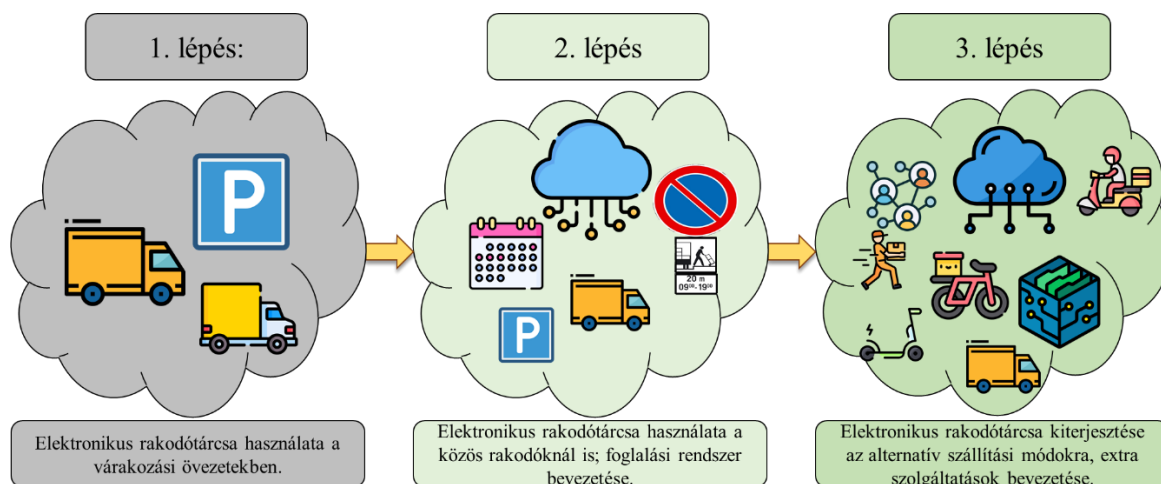
- a rakodások átlagos ideje,
- a rakodások pontos lokációja,
- a rakodások területi megoszlása, sűrűsége,
- a rakodások időbeni eloszlása,
- a rakodások intenzitása egyes területekre vonatkoztatva,
- a szabálytalanul elvégzett rakodások száma,
- az egyes rakodóhelyek kihasználtsága,
- illetve a rakodóhelyeken elvégzett rakodások között eltelt idők.

Megkaphatjuk továbbá a regisztrált adatok alapján, hogy egyes övezetekben milyen típusú járművek a jellemzők, melyekből következtethetünk a szállítások nagyságrendjére, a rakodások intenzitását vizsgálhatjuk és ezekből hőtérképet rajzolhatunk fel a fővárosra, felvázolhatjuk a hálózati dinamikát, az egyes rakodóhelyek kihasználtságát is vizsgálhatjuk, vagyis számos értékes mutatószámhoz vezet el az elektronikus rakodótárcsa megoldása, melyek a hálózattervezés során kardinális jelentőségű KPI-ok. Amennyiben egy minőségi leírást

szeretnénk elkészíteni a rendszer jelenlegi állapotáról, az előzőekben felsorolt jellemzőket kell meghatározzuk. Ezek a mutatók szükségesek továbbá ahhoz is, hogy egy új rendszert megalkossunk, valamint annak fenntarthatóságát is biztosítsuk. Ezen adatok ismeretében elindulhatunk a standardizálás irányában is, vagyis kialakíthatunk olyan egységes szállítási egységeket, melyek azonos méretbeli dimenziókkal rendelkeznek, így az automatizálási és gépesítési lehetőségek is érvényesíthetők lesznek.

Az adatok gyűjtését azonban nem csupán a hálózat újratervezéséhez tudjuk felhasználni, hanem a rakodótárca szolgáltatásának kibővítésére is. Ebben a rendszerben akár foglalási rendszert is létrehozhatunk a rakodóhelyekre vonatkozóan, így a rakodások várakozási idejét csökkenthetjük, illetve a rakodófrontok kihasználtsága kiegyenlítettebbé válhat. (ide nem tudom kéne-e még valami)

A 25. ábra-n látható, hogy milyen lépései lennének a rakodótárca funkciói kibővítésének. Az első lépésben a rakodótárca a várakozási övezetekben történő rakodási műveletek lekövetésére használnánk, ekkor a tárcsa egyetlen funkciója csak a rakodás szabályos elvégzésének biztosítása lenne. A következő lépésben a rakodótárca használatát kibővílné a közös rakodóhelyeken való használattal is (vagyis minden rakodási művelet regisztrálása megtörténne az applikáción keresztül). Ekkor már további funkciókkal, szolgáltatásokkal működhetne a rendszer, bevezethető lenne a rakodások foglalási rendszere, valamint a valós idejű forgalmi adatok szolgáltatása. Az utolsó lépésben az elektronikus rakodótárca használatát kibővítenénk az alternatív szállítási módok használatára (vagyis a rolleres, kerékpáros, gyalogos futárok is használnák az alkalmazást). Ebben a lépésben már lehetőség van a szolgáltatások széles spektrumú bővítésére, megjelenéne a túratervezési, alternatív útvonalajánló szolgáltatások, lehetőség van a közös szállítások tervezésére. A meglévő adatbázisok segítségével értékes mutatószámokat szolgáltatathatunk a szállítványozó cégek számára (mint például a menetteljesítmények, szállítási költségek változó tényezői, hatékonyság, stb.), valamint biztosítható lenne a különböző szereplők közötti kommunikáció. Ebben a fázisban már nem is kimondottan a rakodótárca elektronikus koncepciójáról beszélhetünk, hanem egy rakodási feladatokat támogató intelligens alkalmazásról. Az okosvárosok elengedhetetlen tartozéka a városellátást támogató eszköz, mely ebben a megoldásban teljes mértékben meg is valósulhat.



25. ábra: Elektronikus rakodótárca funkcióinak bővülése

Egy másik plusz szolgáltatás lehet a rendszeren keresztül a közösségi áruszállítás biztosítása. Mivel a különböző áruszállítást végző vállalatok nem kommunikálnak egymással, így előfordulhat, hogy egy-egy szállítás feladási és leadási helye azonos (vagy egymáshoz nagyon közeli), mégis 2 külön cég végzi a szállítást. Az alkalmazásban fel lehetne ajánlani az áruk összevont szállítását, mellyel kisebb szállítási teljesítményeket érhetnek el a cégek, valamint gazdaságosabban és jobb kihasználtsági mutatókkal végezhető el a szállítási feladatok. Természetesen ehhez sok esetben szemléletváltás is szükséges lesz a vállalatok részéről, azonban ezzel a megoldással tovább csökkenthető az áruszállítások következtében jelentkező károsanyag kibocsátás.

Az alkalmazás részeként lehetne elképzelni egy útvonaltervező algoritmust is, amely a felhasználóknak kijelöli az aktuálisan legjobb útvonalat és a valós idejű forgalmi adatok alapján alternatív útvonalakat ajánl fel. Ezzel a megoldással csökkenthető a rakodási és szállítási feladatok koncentrációja, valamint a dugók, balesetek okozta torlódások fokozása.

Hosszabb távon akár még túratervezést is meg lehetne valósítani az alkalmazáson belül, ahol a felhasználó megadja az aznapi szállítási feladatait (esetleg ezek korlátozó tényezőit, mint például a határidő vagy a sorrend stb.) és az alkalmazás felajánlja neki azt az optimális kombinációt, mely a megállók sorrendjét a számára leg gazdaságosabb módon tartalmazza. Természetesen itt egy multikritériumos elemzés elvégzése is szükséges lesz, hiszen figyelembe kell venni a becsült forgalomsűrűséget, a szállítási mennyiséget, a szállítási időt, a szállítási teljesítményeket és egyéb befolyásoló tényezőket is. Természetesen sok jó megoldás létezik már a túratervezés végrehajtására, azonban ezeket a különböző szállítást végző vállalatok egymástól függetlenül használják, így belátható, hogy az alkalmazáson belüli túratervezés nagy

előnye abban rejlik, hogy figyelembe tudja venni a többi jármű tervezett útvonalát is, így a szállítási feladatok eloszlása kiegyenlítettebb lesz.

Az alkalmazás szolgáltatásai között szerepelhet továbbá a szállítási összköltség változó költségeinek számítása, mint például a benzinköltség, a munkadíj, amortizációs költségek, útdíjak vagy az állási, várakozási költségek.

Látható tehát, hogy az alkalmazás egyszerű használata, amely csupán a rakodások regisztrálását tartalmazza, is rengeteg előnnyel jár, azonban az alkalmazás fejlesztésével érhetjük el azt, hogy valóban okos, smart megoldásról beszéljünk a rakodások rendszerével kapcsolatban.

A fentebb összefoglaltak alapján látható, hogy milyen nagy jelentősége van az elektronikus rakodótárca bevezetésének, így a következő részben annak megvalósítását foglalmazom meg.

Fontos megjegyezni továbbá még azt a tényt is, hogy az adatok más módon történő begyűjtése sokkal bonyolultabb és pontatlanabb lenne. Ha sorra vesszük azokat a módszereket, ahogy az adatokat begyűjthetjük, világossá válik számunkra, hogy mekkora könnyebbséget jelent az elektronikus rakodótárca bevezetése. Az adatgyűjtés a digitalizáció nélkül történhet mérések végzésével, azonban mivel a rakodások időben és térben elválasztva, de párhuzamosan történnek, így az adatfelvételi idő manuálisan sokkal hosszadalmasabb lenne. Gondoljunk csak bele, hogy ha egy órában csak 5 helyszínen történik rakodás, akkor öt mérést végző személyre van szükségünk, míg az alkalmazás használatával mindez automatikusan, egyetlen adatbázis és egyetlen humán erőforrás felhasználása nélkül történik. Ezen kívül a mérések időpontjának rögzítése manuálisan pontatlan, mivel a digitális rendszer sokkal részletesebben, gyorsabb reakcióidővel tudja az adatokat rögzíteni, valamint a manualitás következtében történő hibák (elírások, tévesztések stb.) is elkerülhetők ezáltal.

3.5 A megvalósítás lépései

Egy ilyen rendszer bevezetése sok buktatót hordozhat magában, így úgy gondoltam, hogy érdemes lehet röviden bemutatni az alkalmazás bevezetésének lépéseit is (ld. 26. ábra). Úgy gondolom, hogy alapvetően négy nagy mérföldkőre lehet bontani a megvalósítást, melynek első lépése az alkalmazás fizikai megvalósítása, tehát az alkalmazásfejlesztés. Ebben a szakaszban szükséges az applikáció kidolgozása, azonban ide tartozik a megfelelő adatbázis kialakítása is, mely képes lekezelni a nagy mennyiségű beérkező adatot és azokat strukturáltan, lekérdezhetően tudja tárolni. Elengedhetetlen továbbá, hogy már ebben a fázisban kijelöljük a

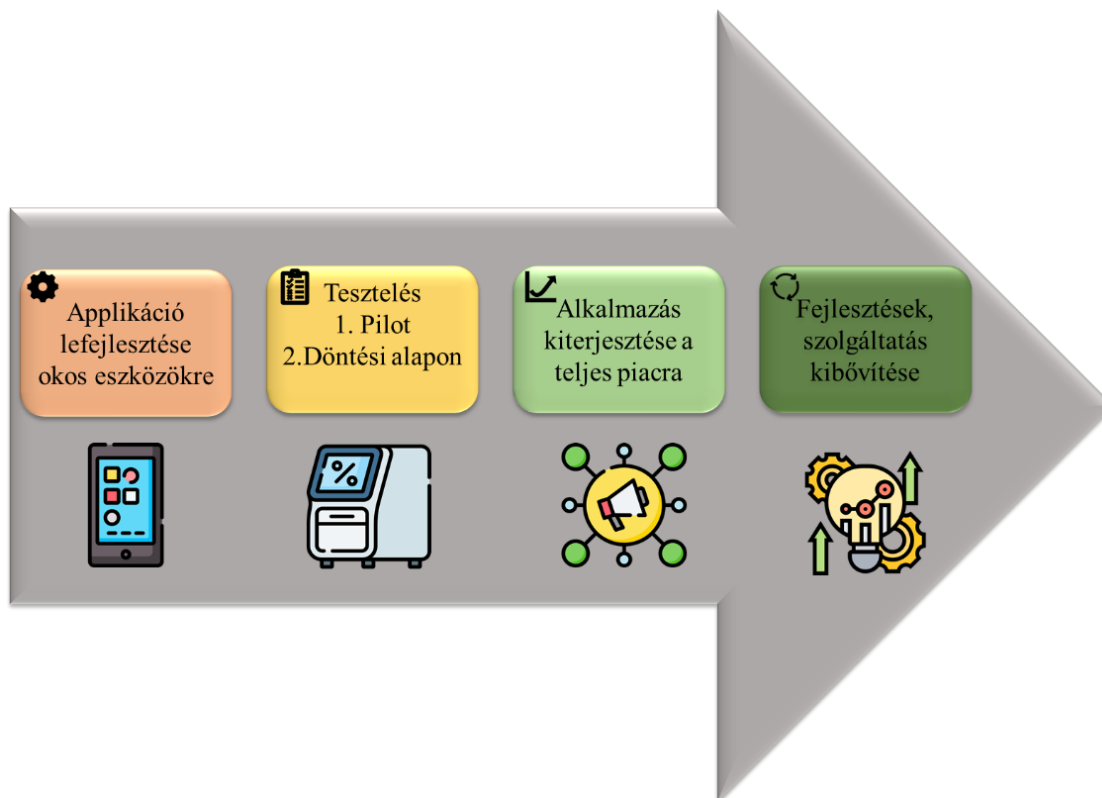
fejlesztési irányokat, vagyis azokat a szolgáltatásokat, melyeket a későbbiekben alkalmazni szeretnénk az elektronikus rakodótárcsánál, hiszen így a későbbiekben gazdaságosan bővíthető lesz a rendszer, nem keletkeznek plusz kiadásaink az esetleges kompatibilitás-beli problémák feloldása miatt.

A következő lépésben történne az alkalmazás éles tesztelése, mely történhet egy fuvarozó partner bevonásával élő rakodások alkalmával, vagy végbe mehet akár egy pilot rendszerben is. A tesztelésnek alapvetően három fázisát különböztetném meg, melyből az első a szűk körű tesztelés, vagyis egy pilot környezetben való megvalósítás. Ezt követi a piacra való kiterjesztés, ahol a felhasználók önállóan dönthetnek a tesztelésről, részt vehetnek az alkalmazás felhasználói véleményezésében és fejlesztésében. Az utolsó fázis a teljes piacra való kiterjesztés, ahol az alkalmazás használata már kötelező érvényű kell legyen. Ez a fázis nagyon fontos az alkalmazás sikerességének szempontjából, ugyanis itt derülnek ki a hibák, az esetlegesen előforduló hozzáférési gondok, hiányosságok. Nagy figyelmet kell fektetni a tesztelés során arra, hogy a rakodás szabályosságát ellenőrző szerveknek megfelelő hozzáférésük van-e a jogosultságokat, illetve a rakodásokat tartalmazó adatbázishoz, mivel ellenkező esetben téves bírságokat róhatnak ki, melyek rontják a felhasználói élményt és nagyban csökkentik az alkalmazás sikerességének esélyeit.

A következő mérföldkő az alkalmazás kiterjesztése a teljes piacra. Ez a fázis nem csupán az alkalmazás publikálását jelenti, hanem annak előkészítő műveleteit, a PR és a marketing tevékenységeit és a fejlesztéseket is magában foglalja. Az előkészítés során fontos a megfelelő hirdetési stratégia kidolgozása, hogy minél szélesebb körben terjedhessen el a felhasználók körében az információ, hiszen a mintavételezésünk akkor lesz jó, ha a rakodások lebonyolítóinak sokaságának egy szűkebb, de reprezentatív körét tudjuk vizsgálni. Ezen kívül érdemes lehet különböző kedvezményeket biztosítani az alkalmazás felhasználóinak, melyek motiválhatják őket az applikáció használatára. Ilyen kedvezmény lehet például a rakodási idők növelése, kedvezményes vételár biztosítása vagy különböző jogosultságok elérése. Kialakíthatunk továbbá egy amolyan bizalmi, pontgyűjtő rendszert is (melyeket általában élelmiszer kereskedelmi üzletek használnak a vásárlók), amely például kedvezményeket biztosíthat azoknak, akik a foglalásaikat pontosan betartották, fejlesztési ötletet ajánlottak fel vagy visszajelzést adtak az alkalmazásról. Amennyiben az alkalmazás népszerűsítése nem elég sikeres, bevezethetünk kötelezettségeket is, ahol a felhasználókat szabályozások bevezetésével „rákényszerítjük” az elektromos rakodótárcsák használatára. Ebben a szakaszban szükséges továbbá a jogi háttér integrálása az alkalmazásba, a rakodótárcsához kapcsolódó szabályozáson

módosítani kell és ki kell bővíteni a várakozóhelyen történő rakodások esetével is. Ezen kívül a szabályozórendszerben szerepeltetni kell a kedvezményeket és szankciókat is, valamint az ellenőrzés menetét és azt az végző és felügyelő szerveket is.

Az utolsó mérföldkő a fejlesztések folyamatos bevezetése, szolgáltatások kibővítése, problémák kiküszöbölése és vevői visszajelzések feldolgozása, esetleges implementálása.



26. ábra: Az applikáció bevezetésének megvalósítási lépései

Az elektronikus rakodótárca által gyűjtött adatok elemzése, kiértékelése fontos feladat, mely megalapozza a későbbi kutatásokat is. A következő fejezetben ezért azt szeretném megmutatni, hogy mely irányokba lehetséges elindulni, előrelépni, fejleszteni.

4 További kutatási feladatok

Ebben a fejezetben a kutatásom következő lépését szeretném összegyűjteni, kijelölni azokat az irányokat, melyekre a jövőben érdemes koncentrálni. Úgy gondolom, hogy ezek az irányok azok, melyek már egy olyan fejlett rendszer koncepciójának kialakításához vezetnek, melyek teljes körben használhatók és globális megoldást nyújtanak.

4.1 *Pilot rendszer kialakítása*

Látható tehát, hogy a megfelelő adatok ismeretében már lehetőségünk van nagy pontosságú tervezéseket, optimális, fenntartható hálózatokat kialakítani. Azonban mindenképpen érdemes megemlíteni, hogy a tervezések következő lépcsőfoka minden esetben egy pilot rendszerben való tesztelés, hiszen ezek alkalmával derülnek ki olyan hibák, melyeket a tervezés során nem vettünk figyelembe vagy szándékosan elhanyagoltunk. Az ilyen kísérleteket működő rendszerekbe is implementálhatjuk, azonban ebben az esetben sokszor nehézkes a megvalósítás, mivel működő, élő rendszerekről van szó. Ez azt jelenti, hogy a módosítások, építések alkalmával különböző területeket, útszakaszokat szükséges lezárni, alternatív útvonalakon kell biztosítani az átjutási lehetőségeket, jelzőtáblákat, útfestéseket kell alkalmazni, valamint sok szervezettel kell engedélyeztetni a folyamatot. Látható, hogy ez alapján igen lassú lehet a tesztelési folyamat, ráadásul a teszthelyszín kevésbé rugalmas, nehezen áttelepíthető.

Szerencsés módon a tesztelésre akár hazánkban is mód nyílhat, hiszen 2021-ben tervezik a zalaegerszegi tesztpályán, a ZalaZone-on lévő Smart City Zone, vagyis okosváros városi tesztkörnyezet befejezését [34] [35] [36]. A Smart City Zone egy 26 hektáros „dísztetváros”, ahol a különböző épületeket (bevásárlóközpontokat, benzinkutakat, elektromos töltőállomásokat stb.) téglából, betonból és üvegből építik meg, mivel a visszaverődő jelek szempontjából fontos a valósághűség (ld. 27. ábra). A „makett városban” található különböző hosszúságú és szélességű utcák, eltérő pályaburkolatok és eltérő sebességkorlátozások is, hogy a tesztelés minél inkább valósághű lehessen. A tesztpályának 5 területét tudjuk megkülönböztetni, amelyek közül az első az alacsony sebességű parkolózóna, melyben egy 3 emeletes parkolóházban közel 100 önvezető autó tesztelhető egyszerre. A második terület a nagysebességű, többsávos útszakaszból álló rész, a harmadik pedig az útkereszteződések területe, ahol a különböző forgalmi szituációkkal találkozhatnak az autonóm járművek.

A negyedik és az ötödik terület az elővárosi és a belvárosi részek, ahol a városellátási rendszerek tesztelése is akár megvalósulhatna. Ezeken a területeken lehet tesztelni olyan koncepciókat, melyek különböző szimulált városi környezetekre készülnek el.



27. ábra: ZalaZone – Smart City [36]

A ZalaZone Smart City teszt pályáján már egyes városi környezetek koncepcióinak megvalósítását lenne érdemes véghez vinni, ahol láthatók lennének a különbségek és a kihívások a különböző városi környezetekben. Kutatásom további céljai között található ezen koncepciók kidolgozása és a tesztelési paraméterek meghatározása. A koncepciók megvalósíthatóságát befolyásolják a város adottságai, az igények volumenei, koncentrátsága és még sok további tényező is. Ezen tényezők felismerése, összegyűjtése további feladatként fogalmazódik meg, melyet a későbbi kutatásaim során szeretnék megvalósítani.

Amennyiben a fenti megoldás nem megvalósítható, a tesztelés végrehajtható akár egy külső partner bevonásával is. Ebben az esetben egy olyan céget kell keresni, aki a városban végez szállítási feladatokat és az ő flottájuk esetében elkezdni az adatgyűjtést. Ha már a kellő nagyságú mintával rendelkezünk, akkor a hálózat újratervezése a következő lépés. Ekkor kell a kapcsolódó feladatokat is elvégezni, tehát a jelölési, szabályozási, ellenőrzési és működtetési feladatokat is definiálni. Érdemes nem a teljes rendszerre vetítve végezni ilyenkor a teszteket, hanem egy kisebb területen elkezdni a fejlesztéseket, majd egyre jobban terjeszkedni, míg végül a teljes város áruszállítási hálózata egy jól működő, fenntartható rendszerben üzemeljen.

Ezt követően a rakodófrontok esetében már lehetséges az intelligens megoldások használata. Fontos belátni, hogy az ilyen eszközök alkalmazása csak a harmadik fázisban, az adatgyűjtés és a rendszeroptimalizálás után valósítható meg. Fontos feltétele, hogy ezeket az eszközöket már egy jól paraméterezett, hosszútávon működő rendszerbe integráljuk. Ebben az esetben tudjuk elérni azt, hogy okos eszközök alkalmazásával hatékonyabb legyen a felállított rendszer. A fentiekben említett technológiák, mint az 5G, IoT, Big Data, valamint az okos eszközök, lámpák, kijelzők, autonóm robotok alkalmazása a rendszert gyorsabbá teszi, a szállításokat jobban lekövethetőbbé, valamint összességében hatékonyabban működtethetővé általuk a rendszer.

További feladatként fogalmazódhat meg továbbá az is, hogy az elektronikus rakodótárcsák használatát kiterjesszük más szállítóeszközökre, például a cargo kerékpárokra, gyalogos vagy rolleres futárookra is. Ezeknél azonban újabb szempontok vizsgálata lesz fontos, mivel jelenleg az ilyen szállításoknak nincs külön rakodófront kialakítva, érdemes lehet mérlegelni, hogy ez szükséges-e és ha igen, akkor milyen formában oldható meg. Valamint azt is vizsgálni érdemes, hogy hogyan tervezzük az ilyen eszközök szabályozását megoldani, milyen korlátozásokat szabunk ki és milyen előnyöket tudunk biztosítani ezek kompenzálásaként, hogy a szállítások ezen, egyre nagyobb teret nyerő módja is hatékony lehessen.

5 Összefoglalás

TDK dolgozatomban a városi rakodásszervezési folyamatok intelligens technológiával való támogatását vizsgáltam, melynek első lépése a témába illő kutatási előzmények összegyűjtése volt. A városellátás és a city logisztika témájával számos kutatás foglalkozott már, így áttekintettem többek között kötőtpályás szállításokkal, barna mezős területekkel vagy gateway rendszerekkel foglalkozó kutatásokat is. A dolgozatom legfontosabb alapja a Váci utca területén történt vizsgálatok és adatok felvétele volt, melyekben a rakodási területekkel kapcsolatban, az igénypontok preferenciáival, hajlandóságaival kapcsolatban történtek felmérések. Ezen kívül egy másik kiemelkedően fontos alapja az intelligens rakodókkal kapcsolatban történt kutatás volt, melyben meghatározásra kerültek a városellátás problémái, a rakodásszervezés kihívásai és egy optimális városellátási hálózat topológiájának létrehozási lépései.

A korábbi kutatási munkálatok vizsgálata után a budapesti áruszállítás problémáit és jelenlegi helyzetét vizsgáltam, hogy az itt feltártak alapján globálisan hasznosítható megoldási javaslatokat tegyek. A jelenhelyzet feltárás legfontosabb eredménye egy problématerkép megalkotása volt, melyből egyértelműen látszódik, hogy a hálózati, rakodásszervezési és területi problémák kiváltó oka az adathiány.

Ennek a megállapításnak mentén folytattam kutatásomat, így a megoldási javaslatok során több különböző lehetőséget sorakoztattam fel, mint például a multifunkcionális területek alkalmazása, a standard szabályozás bevezetése, az egységes szállítási csomagolások kialakítása, autonóm robotok használata vagy az ideiglenes tárolóhelyek alkalmazása. A megoldási javaslatokat ezután összehasonlítottam a költség és a megtérülés alapján, melyből a legjobb megoldás egy új irány, az elektronikus rakodótárca bevezetése bizonyult, mivel ennél a megoldásnál volt a legalacsonyabb a költség a legmagasabb hatékonyság mellett.

Az elektronikus rakodótárca koncepciója a hagyományos, jelenleg használatban lévő rakodótárca kiváltására jött létre. Ez egy olyan korszerű megoldás, mely a rakodótárca kiváltásához kötött feltételeknek megfelel, mindemellett adatgyűjtésre is használhatjuk. Az adatokat pedig egy új hálózati struktúra kialakításához és a vevők számára szolgáltatások bevezetéséhez is felhasználhatjuk. Mivel ez az újítás ígéretesnek mutatkozott, így elsőként annak koncepcionális kidolgozását végeztem el, majd felsoroltam a hozzá társítható előnyöket és hátrányokat is. Ezután kidolgoztam az adatgyűjtés módszerét, tárolását és feldolgozását ezzel a megoldással, majd a megvalósításának lépéseit végeztem el.

A következő lépés a további kutatási feladatok, irányok kijelölése volt, ahol az általam kidolgozott fejlesztés tesztelését, illetve egy új rendszer megalkotását és tesztelését végezném el. Összességében a további lépésekkel kapcsolatban elmondható, hogy a kutatás eredménye, az elektronikus rakodótárcsa rengetek irányt jelöl ki számunkra, hiszen az adatelemzés és a méretezési paraméterek megállapítása az alapja minden rendszerfejlesztésnek.

Köszönetnyilvánítás

A projekt az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00001: Tehetséggondozás és kutatói utánpótlás fejlesztése autonóm járműirányítási technológiák területén - A projekt a Magyar Állam és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

Ábrajegyzék

1. ábra: Intelligens, forgalomkorlátozást elősegítő süllyedő oszlop	6
2. ábra: A Váci utca bevásárlóövezet rakodóinak optimális elhelyezkedése az általuk kiszolgált üzletekkel [17].....	7
3. ábra: A háromlépcsős Gateway-konceptió funkcionális ábrája [18]	8
4. ábra: Áruforgalmi zsilip létesítésében való részvételi hajlandóság a Váci utca üzletei esetében (N=158) [13].....	9
5. ábra: A DHL új cargo kerékpárjai [20].....	11
6. ábra: Megoldási javaslatok bevezetésének lépései [13].....	11
7. ábra: Konceptcionális terv kötött pályás jármű használata a városellátás területén	13
8. ábra: Konceptcionális terv a korlátozott és védett városi övezetek igényeinek ellátására...	14
9. ábra: Dinamikus rakodóhelyek térképen megjelenített vázlata (példa)	16
10. ábra: Közös rakodóhelyek jelölése [1]	18
11. ábra: Győri példa a rakodók útburkolattal való felfestésére [1].....	18
12. ábra: Budapest teherforgalmi zónái és célforgalmas úthálózata [24]	19
13. ábra: Közös rakodóhelyek elhelyezkedése Budapesten [14]	20
14. ábra: Várakozási övezeti rakodótárcsa [21]	22
15. ábra: Védett övezeti rakodótárcsa [21]	22
16. ábra: Logisztika 4.0 (saját szerkesztés [25] alapján)	25
17. ábra: Logisztika 4.0 a city logisztikában.....	26
18. ábra: Koncentrált rakodók kialakításának külföldi példái [1].....	27
19. ábra: Chapman-féle CRISP-DM diagram [31]	29
20. ábra: Problématérkép a rakodásokra vonatkozóan.....	31
21. ábra: Fejlesztési javaslatok értékelése a költség és a hatékonyság függvényében.....	34
22. ábra: Az elektronikus rakodótárcsa kezdeti adatmodellje.....	36
23. ábra: regisztrációs koncepciókép az elektronikus rakodótárcsáról	38
24. ábra: Az elektronikus rakodótárcsa egyszerű használatának bemutatása	38
25. ábra: Elektronikus rakodótárcsa funkcióinak bővülése.....	45
26. ábra: Az applikáció bevezetésének megvalósítási lépései	48
27. ábra: ZalaZone – Smart City [36]	50

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Ügyféltörzs adattáblája.....	35
2. táblázat: Gépjárműtörzs adattáblája.....	35

Felhasznált irodalom

- [1] ALRT City Logisztikai Kutatócsoport (2021). URL: <https://www.logisztika.bme.hu/citylog/>
- [2] CDC COVID-19 Response Team (2020). „Severe Outcomes Among Patients with Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)” - United States, February 12-March 16, 2020. MMWR. Morbidity and mortality weekly report, 69(12), 343–346. URL: <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6912e2>
- [3] Gabriella Soós (2020): Marketing & Menedzsment Vol. 54 Issue 3, p15-27. URL: <https://web.p.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authype=crawler&jrnl=12190349&AN=148898965&h=A3S8oSK8%2ffrtlqRTGaytjocrMlXBu4SRZwUg5SSIFi6F7JpXz37CbSv6uo%2flocIKI9BiSzTEPgEE%2bPDgSfg%3d%3d&crl=c&resultNs=AdminWebAuth&resultLocal=ErrCrlNotAuth&crlhashurl=login.aspx%3fdirect%3dtrue%26profile%3dehost%26scope%3dsite%26authype%3dcrawler%26jrnl%3d12190349%26AN%3d148898965>
- [4] Piros Edina, Fehér András (2020): „Az élelmiszer-vásárlói magatartás vizsgálata online környezetben – szakirodalmi áttekintés” URL: <https://doi.org/10.20494/TM/7/1/5>
- [5] Pearson, Ronald K. (2006) „The Problem of Disguised Missing Data, URL: <https://doi.org/10.1145/1147234.1147247> Letöltve: 2021. október 21.
- [6] Mázik Dávid, „Áruszállítás Budapest villamos és HÉV hálózatan,” (2012), BME ALRT TDK dolgozat 2012.
- [7] Mázik Dávid, „Áruszállítás Budapest villamos és HÉV hálózatan,” (2013), BME ALRT Szakdolgozat 2013.
- [8] Tóth Szilvia, „A közös rakodóhelyek szerepe és fejlesztési lehetőségei a budapesti városellátásban,” (2013), BME ALRT Szakdolgozat 2013.
- [9] Büki Aletta. Váci utca bevásárlónegyed city logisztikai szempontú elemzése (2018). BME ALRT Szakdolgozat 2018
- [10] Kövér István Bence. Topológiai modell építése városi bevásárlóövezetek city logisztikai szempontú elemzésére (2018). BME ALRT Szakdolgozat 2018
- [11] Kövér István Bence. Topológiai modell építése városi bevásárlóövezetek city logisztikai szempontú elemzésére (2018). BME ALRT Szakdolgozat 2018
- [12] Róka Ádám (2018) „Áruforgalmi zsilipek méretezési lehetőségei koncentrált igénypontok áruellátási rendszerében”, BME ALRT Diplomatervezés 2018.

- [13] Büki Aletta (2020): „Intelligens eszközök alkalmazása a városi közös rakodóhelyek fejlesztésére”, BME ALRT TDK dolgozat 2020
- [14] Büki Aletta (2020): „Városi koncentrált rakodóhelyek szerepének újragondolása a városellátás rendszerében”, BME ALRT Diplomatervezet 2020
- [15] Losonczy Dávid (2013): „Budapest barna zónáinak city logisztikai célú felhasználási lehetőségeinek elemzése”, BME ALRT TDK dolgozat 2013
- [16] Árvai Bence Levente, Pusztai Vendel, Pongrácz Péter (2020): „Budapest barna zónáinak city logisztikai célú felhasználási lehetőségeinek elemzése 2020-ban”, BME ALRT Vállalati Logisztikai projekt
- [17] Sárdi Dávid, Büki Aletta, „Közös rakodók rendszerének méretezési feladatai,” (2020), BME ALRT TDK dolgozat 2020.
- [18] D. B. Krisztián, Szállítási logisztika - egyetemi jegyzet, BME, 2019.
- [19] Kövér István Bence, Sárdi Dávid, Büki Aletta, „Topológiai modell építése városi bevásárlóövezetek city logisztikai szempontú elemzésére,” (2018), BME ALRT TDK dolgozat 2018.
- [20] iho újság (2021.10.01. 0:10): Mászáros Ádám az új ügyvezető igazgató a DHL Magyarországon élén; útjára indult az elektromos flotta
- [21] Budapest Közút Zrt., „Mi a rakodótárcsa?,” 2021.
- [22] Nemzeti útdíj szolgáltató URL: <https://www.nemzetiutdij.hu/> [Online].
- [23] *Netjogtár. 1/1975. (II. 5.) KPM-BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól (2019). URL: <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=97500001.kpm> (Letöltve: 2019.12.15)*
- [24] Budapesti Közlekedési Központ: teherfogalom, URL: „<https://bkk.hu/utazasi-informaciok/auto-teherforgalom/teherforgalom/>,” [Online].
- [25] **Kesheng Wang** (2016): „Logistics 4.0 Solution, New Challenges and Opportunities”, International Workshop of Advanced Manufacturing and Automation (IWAMA 2016) <https://doi.org/10.2991/iwama-16.2016.13>
- [26] Szűts Zoltán és Yoo Jinil (2016): „Big Data, az információs társadalom új paradigmája”, Információs Társadalom, XVI. évf. (2016) 1. szám, 8-28. old. URL: <http://dx.doi.org/10.22503/infars.XVI.2016.1.1>
- [27] IoT zóna újság (2019. 06.21.): „Ipar 4.0 és 5G: gőzerővel fejleszt a Vodafone” URL: <https://iotzona.hu/gyartas/ipar-40-es-5g-gozerovel-fejleszt-a-vodafone>

- [28] C. P. Note, „Smart choices for cities: Making urban freight logistics more sustainable,” [Online]. Available: <https://civitas.eu/content/civitas-policy-note-smart-choices-cities-making-urban-freight-logistics-more-sustainable>.
- [29] Portfolio újság (2021.05.03. 10:00) : Új projekttel kapcsolódik be Magyarország a globális kereskedelembe URL: <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20210503/uj-projekttel-kapcsolodik-be-magyarorszag-a-globalis-kereskedelembe-480728>
- [30] Global Railway Review (2021.10.08.) : Hungary’s East-West Gate Intermodal Terminal begins 5G railway project (globalrailwayreview.com)
- [31] G. D. E. I. Bergman Júlia, „Adattudomány, avagy a 21. század mágiaja az iparban,” *CNC Media*, május 2019.
- [32] Dr. Bóna Krisztián, Kereslet- és Készlettervezés - Adatelőkészítés, BME, 2021.
- [33] IoT zóna újság (2017.07.24.): „Az adatgyűjtés fontossága a logisztikában” <https://iotzona.hu/big-data/az-adatgyujtes-fontossaga-a-logisztikaban>
- [34] Magyar Építők (2020): „Elkészült a smart city zóna a zalai teszt pályán,” URL: <https://magyarepitok.hu/utepites/2020/10/elkeszult-a-smart-city-zona-a-zalai-tesztpalyan>
- [35] bme.hu (2020): „Itt tart a Zalazone építése,” URL: https://www.bme.hu/hirek/20200804/Itt_tart_a_ZalaZONE_epitese
- [36] TotalCar Magazin: (2020) „Ami Zalában épül, olyanra még nagy autógyártóknak sem futja,” 2019. URL: <https://totalcar.hu/magazin/kozelet/2019/05/22/zalazone/>

1. melléklet: Kutatási előzmények *(forrás: ALRT City Logisztikai Kutatócsoport)*

