



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

*A csomagautomata hálózatok fejlesztése
konszolidációs alapelvek alkalmazásával*

TDK dolgozat

Szerző:
Uglik Zalán Tiborc

Témavezető:
Dr. Bóna Krisztián

Budapest, 2024

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	3
2.	A jelenlegi helyzet feltárása	4
2.1.	Korábbi kutatások	4
2.1.1.	Zárt automata hálózatok	5
2.1.2.	Nyílt automata hálózatok	6
2.1.3.	Multikritériumos döntéshozatal.....	7
2.1.4.	A korábbi kutatások bevonása.....	8
2.2.	A rendelkezésre álló kapacitások	9
2.2.1.	A feltöltés gyakorisága	9
2.2.2.	A töltöttségi szint.....	10
2.3.	A hálózat költségei	10
2.3.1.	Telepítéssel járó költségek.....	12
2.3.2.	Fenntartási költségek.....	12
2.3.3.	Operációs költségek	13
2.3.4.	További gondolatok.....	13
2.4.	A nyílt hálózatok népszerűsége	14
2.5.	Lehetőségek a konszolidációban.....	14
2.5.1.	Együttműködési modell.....	15
2.5.2.	Újratervezési modell	16
2.5.3.	Informatikai hálózat	17
3.	A vizsgálati módszertan	18
3.1.	Az alkalmazott multikritériumos döntéstámogató modell	18
3.2.	Primer és szekunder adatok.....	20
3.3.	Adatok feldolgozása.....	20
3.4.	Raszterháló kialakítása	21
3.5.	A hálózatot leíró adatsorok.....	23
3.5.1.	Az automaták számával kapcsolatos mutatószámok.....	24
3.5.2.	A rekeszek számával kapcsolatos mutatószámok	25
3.5.3.	Az átlagos lefedettségi mutatók	26

3.5.4.	Szóródási mutatók	28
3.6.	A hálózattól független adatok	30
3.6.1.	Területhasználat	30
3.6.2.	Foglalkoztatottság	31
3.6.3.	Térfigyelő kamerák	31
3.7.	Forgalmi adatok	31
3.7.1.	Forgalmi zónák	32
3.7.2.	Közlekedési hálózat	33
3.8.	Csomagforgalmi igények	34
3.8.1.	Csomagforgalom keltés eredménye	36
3.8.2.	Kapacitás kihasználtság	37
4.	A minősítő modell felépítése	38
4.1.	Normált értékek	39
4.2.	Páros összehasonlítás mátrix	41
4.3.	Alkalmassági ráta eredménye	42
4.3.1.	Eredmények osztályzása	43
5.	Konklúziók	46
5.1.	További kutatások	47
	Ábrajegyzék	49
	Táblajegyzék	50
	Hivatkozások	51

1. Bevezetés

A jelen kutatásom célja a jellemzően organikusan fejlődött és jelenleg konszolidálatlan csomagautomata hálózatok fejlesztését támogató eljárások fejlesztése konszolidációs alapelveket alkalmazva. A korábbi TDK dolgozatomban a cél egy olyan modell felépítése volt, amivel bármelyik város tekintetében vizsgálható a csomagautomata topológia. Ezt Budapest példáján keresztül mutattam be. Ennek eredménye megerősített a feltevésemben, miszerint Budapesten a piaci igények vezérelték a hálózat fejlődését, nem pedig egy átgondoltabb, fenntartható modell.

A zárt csomagautomata hálózatokat már több kutatás során vizsgálták, főleg a terjeszkedés miatt kialakuló verseny miatt. A városokban egyre kevesebb a csomagautomaták telepítésére és üzemeltetésére alkalmas hely. A magánterületekről már kezdenek közterületekre érni a csomagautomata hálózatok. Egy zárt hálózatban szereplő csomagautomatába azonban csak a hálózat szolgáltatója szállíthat, emiatt több szolgáltató települ egymás mellé bővítve a lefedettségüket és elvéve a konkurencia ügyfeleit, nem feltétlen figyelembe véve a kapacitás kritériumokat. Ezek a hálózatok emellett rendkívül költségesek is, a megtérülésük lassú és a piac telített. Ennek ellenére az e-kereskedelem növekedésével együtt a csomagok száma is nő, tehát az ébredő igény lehetőséget nyújt új szolgáltatóknak.

Ha nyílt hálózatban gondolkodnánk, akkor az új szolgáltatóknak nem kellene saját hálózatot kiépíteni a régi, már így is zsúfolt rendszerben. Ez annak köszönhető, hogy a nyílt hálózatok automataiba bármelyik résztvevő szolgáltató szállíthat. Ezzel gördülékenyebb lehet a csomagkiszállítás, megvalósulhat az erőforrások ésszerű megosztása, illetve a felhasználók is a nekik legmegfelelőbb csomagátvételi pontba rendelhetnék a terméküket. Ez a megközelítés a nagy szolgáltatóknak is rentábilis lehet, ugyanis a fenntartási költségek is megoszlanának.

A kutatásom célja egy olyan, a csomagforgalom intenzitásának térbeli megoszlására ható tényezőket együttesen kezelni képes minősítő modell létrehozása, melyben a különböző csomagforgalmat befolyásoló szempontok alapján egy multikritériumos modell segítségével vizsgálom részletesen a város különböző területegységeit. A modellben célozom osztályozni az egyes raszttereket, hogy az egyes kritériumoknak milyen mértékben felelnek meg, adott súlyértékek alkalmazása mellett, amely egy fontossági sorrendet is reprezentál a kritériumok között. A minősítő modell segítségével tehát akár az is vizsgálható, hogy egy nyílt hálózat kialakítása esetén melyek lehetnek azok az ideális területelemek, amelyekben célszerű lehet nyílt csomagautomatákat telepíteni.

2. A jelenlegi helyzet feltárása

A city logisztikában használt csomagautomaták fontos szerepet játszanak a last mile logisztikában. Az organikusan kialakult automata-gócpontok konszolidálása egy új megközelítést nyújt azok szerepének pontosabb megismerésében. Az ezáltal létrejött, nyitott csomagautomata hálózatok vizsgálata a korábban létrejött zárt hálózattal szemben érdekes eredményekhez vezethet. Ezek az eredmények utat mutathatnak a csomagautomata hálózatok további fejlesztési lehetőségeit tekintve. Mivel a témakörben még nem készült kutatás, így a rendelkezésre álló cikkekből kiindulva kell összegyűjteni a nyílt hálózatokkal kapcsolatos eddigi információkat és ebből következtetéseket levonni a kutatás folytatásának érdekében.

A nyílt csomagautomata hálózat mind az automatákkal rendelkező szolgáltatók, mind a hálózatban szereplő – jellemzően CEP – szolgáltatók számára költségeket csökkenthetnek, miközben továbbra is gyors kiszolgálást biztosítanak. [1] A szolgáltatók közötti együttműködés a city logisztikai projektek esetén is előforduló kétféle, kooperatív formában jelenik meg. A pool rendszerhez hasonló az az eset, mikor a hálózatban szereplő egyik szolgáltató birtokolja az automatákat, de a használatát megosztja a többi résztvevővel. A charter rendszer alapján pedig egy harmadik fél – jellemzően egy automatákat gyártó vagy üzemeltető cég – lesz az úgynevezett rendszerszolgáltató. [2]

2.1. Korábbi kutatások

A jelenleg is tartó kutatás a tavalyi TDK dolgozatom folytatásaként a csomagautomaták hálózatát vizsgálja. Ahogyan az absztraktban is meg volt fogalmazva, konszolidációs alapelveket alkalmazva próbálom a kiépült hálózatot áttekinteni. Az előző évben megvizsgáltam a csomagautomaták népszerűségét, de tekintve, hogy már évek óta több kutatásban is megfogalmazták miért is jók ezek az automaták, így ezt a tényt elfogadva haladtam tovább. Eredményül pedig arra a következtetésre jutottam, hogy az organikusan kialakult hálózat valóban konszolidálatlanul látja el a város csomagforgalmi igényeit és így a kihasználatlan kapacitások akár másra is fordítható erőforrásokat használnak fel. [3]

Korábban említésre került, hogy a nyílt és zárt automata hálózatok között egy könnyen észrevehető különbség van, mégpedig a zárt hálózatok konszolidáltságának hiánya. Ennek ellenére nagyon kevés az olyan zárt hálózatot üzemeltető cég, aki nem marad az eredeti szerkezetnél és inkább átvált egy új gondolkodási módra. Erre több, mint valószínű nyomós okuk van, ami persze lehet az is, hogy a nyílt hálózatok megjelenése még egy új gondolat. Emiatt bizonytalan, tehát kockázatos lenne egy feladatát ellátó, értékteremtő hálózatot egyik napról a másikra átalakítani. Minden bizonnyal mindkét hálózatnak vannak előnyei, illetve hátrányai, amiket nem szabad elhanyagolni. Annak érdekében, hogy a kutatás erős alapokra épüljön, mindenképp meg kell ismerni ezeket, és adatalapú döntéseket célszerű hozni.

2.1.1. Zárt automata hálózatok

A zárt csomagautomata hálózatok kizárólag a hálózattal rendelkező szolgáltató csomagjait kezelik. Ezek a hálózatok régóta jelen vannak. Amikor elkezdtek megjelenni a kis csomag tárolására szánt első szekrények, a szolgáltatók zárt rendszerként üzemeltették őket. Később ezt a koncepciót alkalmazva kezdtek el lassan terjeszkedni. A mai piacnak köszönhetően a terjeszkedési lehetőségek nem csak belföldön nyitottak a szolgáltatók számára. Egy nagyobb szolgáltató kellő anyagi ráfordítással akár határon túl, más országokban is elkezdhet automatákat telepíteni. Az e-kereskedelem robbanásszerű növekedésével pedig mindig lesz igény ezekre az automatákra.

A zárt hálózatok előnyei, hogy a szolgáltató a hálózat minden részét képes felügyelni és irányítani. Emiatt egyszerűbb a piactudáshoz esetleg innovációhoz szükséges adatokat összegyűjteni, rálátást bírni a hálózat kapacitására, a teljesítményre és meggyőződni arról, hogy minden automata megfelelően lássa el célját, szolgálja ki az ébredő igényeket. Egy másik előnye a zárt hálózatoknak a vevői kör kiépítése, fenntartása és bővítése. Ebben az esetben az összes, szolgáltató által üzemeltetett automata esetén mindenhol azonos a szolgáltatási szint, a szekrények működési elve, valamint a hozzá tartozó szoftver. Ez remek lehetőséget biztosít arra, hogy a vevők kapcsolatot építsenek ki a számukra legkedvezőbb, legmegbízhatóbb szolgáltatókkal. A megbízhatóság mellett a branding is egy rendkívül fontos elem a piaci versenyben való előbbre jutásban. A zárt hálózatok remek reklámozási lehetőséget biztosítanak, hiszen az automaták egyben reklámfelületként is szolgálnak.

Talán a legnagyobb hátrány a korlátozott telepítési terület. Jelenleg az automatákat többnyire magántulajdonban lévő területekre telepítik, ugyanis ezeken a területeken csak a tulajdonossal kell megegyezni az üzleti konstrukciót tekintve. Nehéz ma már olyan helyre telepíteni automatát, ahol még nincs lefedettség. Ennek ellenére a szolgáltatók között kialakult egyfajta terjeszkedési verseny, ennek köszönhetően egyre kevesebb az erre a célra felhasználható terület, és fókuszba kerültek a közterületek is. A közterületeket azonban a város kezeli, ami már egy sokkal összetettebb problémát okoz. Számos zárt hálózatu szolgáltató ugyanazon a helyen helyezi el a csomagautomatáit, ezzel zsúfoltabbá téve a városi környezetet. Emellett elveszik a terjeszkedési lehetőséget a kisebb szolgáltatók elől, hiszen egy új hálózat kiépítésénél – vagy egy régi hálózat bővítésénél – számos dologra kell gondolni. A megfelelő engedélyek beszerzésére, a helyek bérleti díjára, a telepítés költségére (helyszín előkészítése, kihelyezéssel járó költségek), a megfelelő áramellátásra, a stabil internetkapcsolat biztosítására, a szoftverfejlesztésre (legyen könnyen kezelhető, felhasználóbarát, ugyanakkor biztonságos), legvégül pedig az automaták fenntartására, azok üzemeltetésre és karbantartásra. Egy másik opció lehet, ha a szolgáltatók kizárólag bérelnék az automatákat, de ez még mindig költséges lenne egy újonnan alakult vállalatnak, hiszen a még ki nem alakult vevői körrel nehéz fenntartani egy csomagautomata hálózatot. [4]

2.1.2. Nyílt automata hálózatok

A nyílt csomagautomata hálózatok több szolgáltató számára is elérhetőek. Legtöbb esetben egy harmadik fél birtokolja a hálózatot, és koordinálja az összes részt vevő szolgáltatót. Ez általában egy csomagautomatákat gyártó, esetleg üzemeltető. Ahogyan korábban is említettem két féle módon lehet elképzelni ezeknek a hálózatoknak a működését. Egyik esetben beszélni lehet „pool” rendszerről, ahol a résztvevő cégek közül egy szerepel, mint üzemeltető, valamint lehet szó „charter” rendszerről, egy harmadik fél bevonásával.

A nyílt csomagautomata hálózatok egyik előnye, hogy nem igényelnek jelentős egyéni beruházást az infrastruktúra kialakításához. Mivel a hálózatban szereplő automaták jellemzően egy harmadik fél által már korábban kiépített csomagátvételi pontok, amit a hálózathoz csatlakozó szolgáltatók használni tudnak, így a hálózatot igénybe vevő szolgáltatóknak elég díjat fizetnie a rekeszek használatáért. Ennek nagysága megállapodás szerint változó lehet, de függhet például a rekesz méretétől és a csomag tárolásának időtartamától is. A korábbi kutatásom során elemeztem a budapesti csomagautomata topológiát, ahol arra a következtetésre jutottam, hogy az organikusan kiépített, zárt hálózatok kapacitás kihasználtsága vélhetően alacsony. Ez a megközelítés viszont biztosítja az erőforrások hatékony felhasználását és növeli a csomagautomaták kapacitás kihasználtságát, mivel egyes rekeszek akár naponta többször is használhatók, mivel több szolgáltató számára elérhetőek. Ez azt is jelenti, hogy a csomagautomaták hatékonyabb kézbesítést tesznek lehetővé. Ez a felhasználók számára is kényelmesebb, mivel nem kell több helyre menniük a különböző rendelések átvételéhez. Egyúttal a nyílt hálózatok, mint konszolidált automata rendszerek remekül helyt tudnak állni a city logisztikán belül. Ugyanakkor rendelkeznek hátrányokkal is. Nem egyszerű feladat osztozkodni egy önmagában is bonyolult rendszeren, és igen bonyolult feladat lehet irányítani is azt.

A nyílt hálózatok egyik hátránya, hogy az üzemeltetésük esetén felléphetnek koordinációs nehézségek. Legyen szó a szállítások ütemezéséről vagy a rekeszek kihasználásának kiegyensúlyozásáról, mivel több szállító is használja ugyanazt az automatát, így ez a probléma szinte elkerülhetetlen. Emiatt kiemelkedően fontos a szolgáltatók közötti megfelelő kommunikáció, valamint elengedhetetlen a kapacitások valós idejű ismerete. Ez egy közös, fejlett szoftvert igényel minden érintett fél számára, ami viszont rendkívül költséges. Másik opció lehet a piac további telítése csomagautomatákkal, így kiszorítva a zárt rendszereket működtető vállalatokat, de ez a helyhiány miatt közel lehetetlen. Mindenesetre mindegyik megoldás kivitelezése jelentős költséggel jár. [5] A koordinációs nehézségek mellett továbbá előfordulhat olyan eset is, hogy egy rendelést át kell irányítani más automatába, mivel a kiválasztott automata már tele van más szolgáltatóktól származó csomagokkal. Ez azt eredményezheti, hogy a vevő nem tudja a számára megfelelő helyen és időben átvenni a csomagját.

2.1.3. Multikritériumos döntéshozatal

A multikritériumos döntéshozatali modell kialakításához szükség van a csomagforgalmat befolyásoló szempontok összegyűjtésére, a modellben használt szempontok kritériumok alapján való százalékos értékének meghatározására, a szempontok összehasonlítására páros összehasonlítási módszer segítségével, majd az AHP (Analytic Hierarchy Process) modellhez szükséges súlyértékek kiszámítására. A felhasznált hierarchia modellnek a kidolgozását, illetve a súlyok hozzárendelésének meghatározását Thomas L. Saaty dolgozta ki egy 1977-es matematikai tanulmányban.

„Az egyik alapvető probléma a döntéselméletben az, hogy hogyan lehet meghatározni a tevékenységek fontosságának súlyait. A fontosságot általában több kritérium alapján ítélik meg. A kritériumok lehet, hogy csak néhány tevékenységre vonatkoznak, de előfordulhat, hogy mindegyikre. Ezek a kritériumok lehetnek olyan feladatok, amelyeket a tevékenységek elvégzésére találtak ki. Ez egy több kritériummal rendelkező döntéshozatali folyamat...” [6]

A több kritériummal rendelkező döntéshozatali folyamatok a csomagautomatákkal kapcsolatos kutatások esetén is segítségre lehetnek, hiszen a csomagforgalmat, illetve az automata kihelyezésének feltételeit több különböző szempont jellemzi. Ha a meglévő hálózat bővítését tervezzük, – ami a kialakult, szabadon maradt területekért folyó küzdelemben nem elhanyagolható – egy ilyen modell létrehozása nagyban elősegítheti a szolgáltatókat.

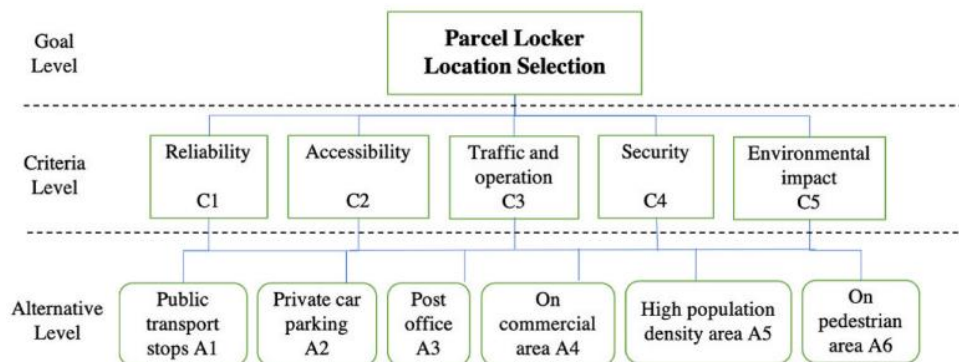
A korábbi csomagautomatával kapcsolatos kutatások során már használtak egy hibrid döntéshozó modellt, ami az automata kihelyezés helyszínének a megválasztásában segítette a döntéshozókat. [7] Ebben a kutatásban Dublinban gyűjtöttek össze olyan szempontokat, amelyek a modellhez szükségesek voltak. Öt kritérium alapján gyűjtötték össze az adatokat. Ezek a következők:

- C1: Megbízhatóság (Reliability)
- C2: Elérhetőség (Accessibility)
- C3: Forgalmat befolyásoló tényezők (Traffic and operation)
- C4: Biztonság (Security)
- C5: Környezeti behatás (Environmental impact)

Az öt kritériumot hat alternatíva alapján jellemezték:

- A1: Tömegközlekedési megállóhelyek száma (Public transport stops)
- A2: Privát parkolóhelyek száma (Private car parking)
- A3: Posták közelsége (Post office)
- A4: Kereskedelmi területen van (On commercial area)
- A5: Sűrűn lakott területen van (High population density area)
- A6: Gyalogos zónán belül van (On pedestrian area)

Ezáltal két szinten, kritérium és alternatíva alakították ki a hierarchia modellt (**1. ábra**). A hierarchia modell lényege, hogy az egy szinten lévő szempontok összegzett súlyértéke 1. Alulról felfelé haladva megtudhatjuk, hogy az egyes szempontok mennyire befolyásolják a cél elérését, illetve azt, hogy az alszempontok mennyiben befolyásolják a szempontokat.



1. ábra: Hierarchia modell felépítése

Az így megalkotott szempontrendszerben egy páros összehasonlító modell segítségével meghatározható a különböző hierarchia szinteken lévő szempontok súlyértéke. Ezt három döntéshozó alapján határozták meg és az ebből kapott eredményeket hasonlították össze.

2.1.4. A korábbi kutatások bevonása

A kutatás során ez a hierarchia modell szolgál alapul a különböző raszterek osztályozásához, hogy ezáltal a kiépített hálózatot jellemezni lehessen. Az összegyűjtött „tevékenységek” a csomagforgalmat befolyásoló tényezők és mutatószámok lesznek. Fontos, hogy az ezekhez szükséges adatok a lehető legpontosabbak és naprakészek legyenek. Ehhez a tavalyi kutatásomból származó adatokat aktualizálni kell, valamint további adatokra lesz szükség.

A „tevékenységek” fontosságát meghatározni nem egyszerű feladat. A modell létrehozása után viszont akár több különböző fontossági sorrendet felállítva is vizsgálni lehetne a csomagautomata hálózatokat. A sorrendek változtatásával az eredmény is változni fog, így az automaták szolgáltatóinak véleményét kikérve akár megfigyelhető lenne az is, hogy melyikük sorrendje alapján készült osztályzat áll legközelebb a jelenlegi állapothoz. Egy fontossági sorrend felállítása után kiszámíthatóak a fontosságot meghatározó súlyértékek. A kiszámított súlyértékek segítségével megkaphatjuk, hogy az egyes raszterekben a bevitt adatok alapján milyen szinten kellene a hálózatot kiépíteni. Ezzel, akár a meglévő csomagautomata számokat újraosztva, kaphatunk egy olyan automata térképet, ami érdekes eredményt tárhat elénk. Amennyiben csak a hálózattól független tényezőket tekintjük szem előtt, az osztályzás eredményeül kapott adatok a meglévő automata hálózat mellett összehasonlításként szolgálhatnak, hiszen a csomagforgalmat befolyásoló tényezőknek valamilyen szinten egyeznie kellene a meglévő hálózattal.

2.2. A rendelkezésre álló kapacitások

A két irány két különböző kérdéskört vet fel. Ahogy az előnyeik és hátrányaik esetén is látható, nem könnyű megállapítani melyik lehet a jó megoldás. Ezek alapján olyan szempontból közelítem meg a nyílt hálózatok elemzését, hogy az a zárthoz képest milyen tulajdonságokkal rendelkezhet. Az első ilyen kérdéskör a kapacitás kihasználtság.

A csomagautomata-szolgáltatók azért használják továbbra is a zárt automata hálózatokat, mert ezek olyan megoldást kínálnak, amelyek összhangban vannak az ügyfelek konkrét igényeivel és preferenciáival. Az automatákat viszont jellemzően legfeljebb napi egyszer látogatják. Ekkor szállítják ki a rendeléseket és gyűjtik be a feladott csomagokat. Ez jelentheti azt is, hogy hiába van közel teljesen kihasználva egy automata, ha a több igényt is ki tudna szolgálni a csomagforgási mutatók értékének növelése által.

Erre lehet példa akár, hogy nemrég a Vinted ingyenes szállítás akciója miatt telítődtek a FoxPost automaták. „A váratlan akció népszerűsége miatt a csomagforgalom szököárszerűen megnövekedett, ami időszakosan extrém módon terheli meg rendszerünk aktuális kapacitását. Mivel a terhelés egy időben jelentkezik, ennek következményeként a FoxPost automatákban folyamatos a csomagmozgás, ami pontatlan jelzéseket eredményez az automaták foglaltságáról az online felületeken” nyilatkozta a FoxPost vezérigazgatója. Emiatt a cég meghosszabbította a futárjainak munkaidejét. [8] Elkerülhető lehetett volna ez a probléma, ha egy nyílt csomagautomata hálózatról lett volna szó? A gyakoribb feltöltés és csomag begyűjtés, ha nem is teljesen, de részben megoldást nyújthatott volna a problémára. Ez akár egy kihasználtságot ábrázoló modell létrehozásával könnyen megfigyelhető, amennyiben ismerjük a nyílt hálózatok pontosabb működésének részleteit, akkor azt a valós adatok rendelkezésére állásával össze tudjuk hasonlítani a jelenlegi állapottal.

2.2.1. A feltöltés gyakorisága

A csomagautomaták feltöltése és kiürítése a legtöbb esetben naponta egyszer történik. Minden szolgáltató törekszik arra, hogy optimalizálja útvonalát annak érdekében, hogy lecsökkentse a szekrények feltöltéséhez és kiürítéséhez szükséges utazások számát, miközben biztosítja a csomagok időben történő kézbesítését. Napi több alkalom esetén ezek szükséges gyakorisága számos tényezőtől függhet, ideértve a helyszínt, a lakosságot és az ébredő igényt. Sűrűn lakott városi területeken, ahol magas a csomagszállítási szolgáltatások iránti kereslet, az automatákat akár naponta többször is érdemes lehet meglátogatni. Az üzletközpontok közelében elhelyezett csomagautomatáknál jellemzően szintén magasabb a csomagforgalmi mennyiség, így ezeken a helyeken is érdemes a napi többszöri csomagszállítás. A külvárosi övezetekben vagy kisebb településeken az alacsonyabb sűrűségű lakosság miatt, elég lehet a napi egy fuvar.

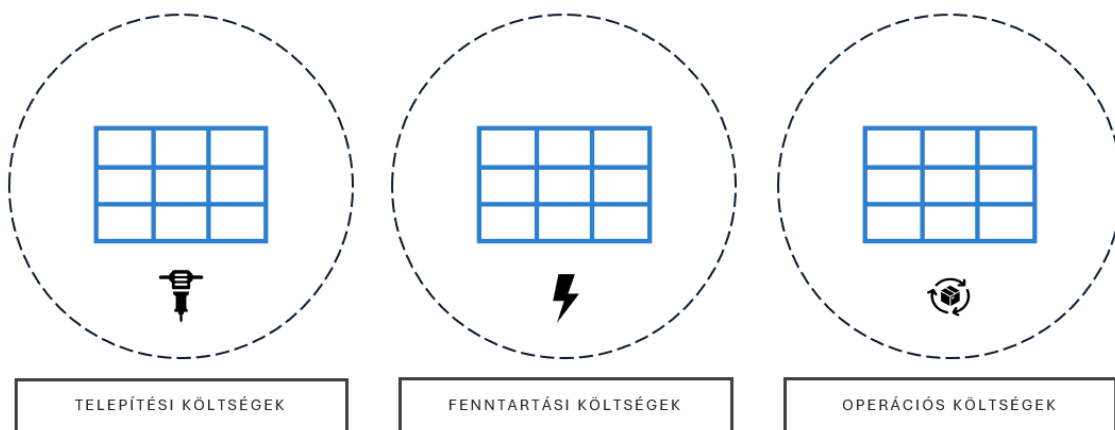
2.2.2. A töltöttségi szint

A csomagautomaták kapacitása eltérő lehet az adott pontban ébredő igények miatt. Az egészen alacsony kapacitástól (10-20 rekesz) a kiemelkedően forgalmas területeken elhelyezett nagyobb kapacitású szekrényekig (100-150 rekesz) többféle megoldást alkalmaznak a szolgáltatók. Ezek átlagos kihasználtsága nem csak a maximális kapacitástól függ, hiszen előfordulhat olyan eset, hogy nem ébred akkora igény, mint amekkorára tervezték az adott csomagátvételi pontot, valamint ennek ellentéte is, ahol az igény nagysága miatt az automaták folyton telített állapotban vannak. Ezen vagy a korábban említett látogatási gyakorisággal tudunk javítani, vagy szükség esetén bővíteni kell a kapacitásokat.

Előző TDK dolgozatomban egyik hipotézisem bizonyításaként megvizsgáltam a budapesti csomagautomaták évi, átlagos kapacitás kihasználtságát. Ezt egy csomagforgalom keltő modell segítségével valósítottam meg a valós igények ismeretének hiánya miatt. Az éves csomagrendelési volumennek 16%-a került automatákba országos szinten. Az országban lévő csomagautomatákat arányosítottam a budapesti viszonylathoz, majd az ottani felnőtt (18-65 év) lakosságra számítottam egy becsült csomagforgalmat. Számításaim arra a következtetésre vezettek, hogy az automaták töltöttségi szintje 2 nap várakozás utáni visszaszállítás esetén – amit több szolgáltató is betart – 25% körüli átlagos értéket mutatnak. Ez természetesen eltérő lehet a magasabb igényt keltő zónákban, illetve csúcsforgalom (jellemzően a téli ünnepek) idején is, de amíg az igény a számított átlag négyszeresét nem haladja meg, úgy a kihelyezett kapacitás elméletben bőven el tudja látni az ébredő igényeket. [3] A szolgáltatók figyelemmel kísérik a csomagautomaták kapacitás kihasználtságát annak érdekében, hogy azok hatékonyan működjenek, és megakadályozzák a szekrények túlterhelését. A növekvő e-kereskedelem miatt drasztikusan emelkedik a csomagrendelések száma, ezzel párhuzamosan pedig egyre több automata kerül kihelyezésre.

2.3. A hálózat költségei

Ahogy említettem növekszik az automaták száma, de ezzel növekszik a hálózatra fordított anyagi forrás nagysága is, ami eljuttat minket a második kérdéskörünkhöz. Három költségtípus határozza meg az automatákkal járó költségeket (**2. ábra**). Ezek a hálózat kiépítésével, üzemeltetésével és kiszolgálásával járó folyamatok költségei. Az első, alapvető folyamat maga a hálózat létrehozása. Jellemzően ez egy új hálózat kiépítésével jár, de ha nyílt rendszerben gondolkozunk, ez a folyamat kihagyható. Miután a hálózat kiépítésre került üzemeltetni kell azt rendszeres karbantartásokkal – szoftver terén is. A korábbi folyamatok inkább stratégiai szintű tervezést igényelnek, kevés operatív munkával, míg a hálózat kiszolgálása, azaz a csomagok kiszállítása, valamint összegyűjtése operatív szintű döntéshozást igényel. A folyamatokról részletesebben az alábbiakban írok, a költségek külön fejezetekként szerepelnek.



2. ábra: Költségek típusai

Az automaták beszerzési költségét, azok telepítésének költségét, illetve az ezzel járó engedélyek költségét elkerülni nem lehet. Ugyanakkor, rendelkezésre áll egy már korábban kiépített hálózat, amit egy nyílt rendszerben is fel lehetne használni. Mindezek mellett problémaként léphet fel az az eset, hogy egy terület többszörösen le van fedve. Ez a probléma egy nyílt hálózat esetén nem lépne fel. Szükség esetén a kiépített automaták bővíthetők, áttelepíthetők lennének, de tekintve, hogy az összes szolgáltató egy konszolidált csomagátvételi pontot használ, nem lesz a város elárasztva a különböző cégek automataival.

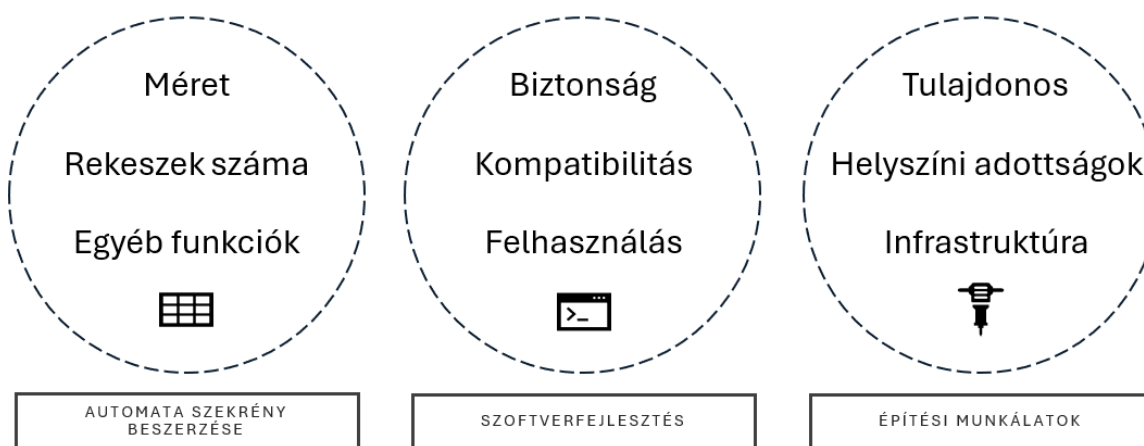
Ezenfelül számolni kell az üzembe helyezés után felmerülő különböző költségekkel. Az efféle díjak egy nyílt hálózat esetén megoszlanak a hálózatot használó szolgáltatók között, mivel az automatát igénybe vevő cégeknek elég egy meghatározott bérleti díjat fizetni az automata hálózat üzemeltetőjének. Akár a pool, akár a charter rendszerhez hasonlít az együttműködés, az automatát üzemeltető cég végzi a rendszeres karbantartást (szekrények takarítása, sérülések vagy kopás ellenőrzése), az esetlegesen meghibásodott alkatrészek javítását vagy cseréjét (pl.: zárszerkezetek). Ugyanúgy ő kezeli szoftverfrissítéseket (szoftverbiztonság, felhasználóbarát kialakítás), ellenőrzi a szolgáltatási szint fennmaradását, de végezheti akár az ügyfelekkel való kommunikálást is (felmerülő problémák megoldása). Így a tulajdonos kötelessége lesz a fenntartással járó feladatok megszervezése, lebonyolítása, valamint ezek pénzügyi elrendezése és a felelősség vállalása.

A harmadik költség kategória az operációs költségek. Miután az automaták ki lettek helyezve és üzemeltetve vannak elkezdődhet a használatuk. Ezek az operációk jellemzően egy útvonaltervezéssel kezdődnek azokhoz az automatákhoz, ahol az aktuális igények ébrednek. Legyen szó kiszállításról vagy csomagküldésről, egy operátor egy körutat megtevével tudja végezni mindkét feladatot. Ennek természetesen van költségvonzata, ami nem elhanyagolható. Mindezek mellett ez a folyamat az, ami leginkább hozzájárul az automaták megtérüléséhez, hiszen az így kiszállított, begyűjtött csomagok adják a profitot.

Sajnos pontos információt nehéz szerezni a tényleges költségekről, továbbá a szekunder adatforrások sok esetben nem megbízhatóak. Emiatt az összegyűjtött számadatok csak később, a „**További gondolatok**” alfejezetben szerepelnek a hálózat teljes költségeként.

2.3.1. Telepítéssel járó költségek

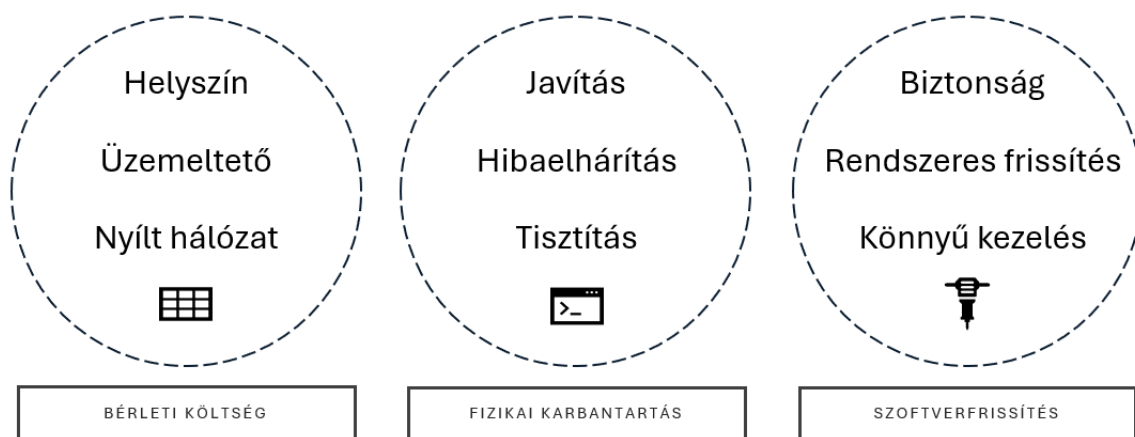
A telepítés költségvonzattal rendelkező folyamatai: az automata beszerzése, a szoftverfejlesztés és az építési költségek. A szekrény költségei eltérhetnek annak nagyságától, a rekeszek számától, illetve az esetleges további funkcióktól (pl.: rendelkezzen tetővel, legyen beépített kamera stb.). A szoftverfejlesztés ára főként az automata felhasználásától (PIN kód, QR kód, Bluetooth, WiFi, applikáció), illetve a kompatibilitástól függ, de nem feledkezhetünk meg a biztonságról sem. Ezek egy meglévő rendszer használata esetén természetesen nem mindig szükségesek. A kiépítési költségek az építési terület adottságaitól, a már meglévő infrastruktúrától, illetve a terület tulajdonosától függenek. A **3. ábra** a költségstruktúrát elemzi. A szaggatott vonallal határolt területekben az adott költséget jellemző fogalmak találhatók.



3. ábra: Telepítéssel járó költségek

2.3.2. Fenntartási költségek

A hálózat fenntartásával járó állandó költségek (**4. ábra**) egyike a helyszín bérleti díjának fizetése. Ezt a hálózat üzemeltetőjének kötelessége teljesíteni a terület tulajdonosa felé. Nem feledkezhetünk meg nyílt hálózat esetén a többi részt vevő szolgáltatóról sem, akik az automata használatáért fizetnek. Számukra a bérelt terület megegyezik a használt rekeszekkel, azok méretével, azaz a felhasznált kapacitással, a bérleti díjat pedig a hálózat üzemeltetőjének fizetik. További fenntartási költségek merülhetnek fel a csomagautomaták javításából, karbantartásából adódóan. Az automaták rendben és tisztán tartása az ügyfelek érdeke. A csomagok biztonsága érdekében a nem fizikai elemekre is figyelmet kell szentelni. Fontos a szoftver frissítése és karbantartása is, hogy a rendelés gördülékenyen és biztonságosan eljusson a vevőhöz.



4. ábra: Fenntartási költségek

2.3.3. Operációs költségek

Az automaták ellátása viszont egy napi szinten változó, bonyolult operációs feladatokkal járó folyamat. Ez változhat a hálózat nagyságától, az automaták távolságától és a feltöltési gyakoriságtól. Az igények ismeretében optimális körutakat kell tervezni, majd ezeket koordinálni kell, hogy a csomag időben és lehetőleg épségben eljusson a vevő által kijelölt automatába. Az operációs költségekkel jár tehát a feladatokat végző személyek fizetése. Emellett a járműpark fenntartása, szükség esetén új jármű beszerzése, az üzemanyag költségek, illetve a járművek karbantartási költségei sem elhanyagolhatóak.

2.3.4. További gondolatok

A csomagautomaták számának növekedése miatt sejthető, hogy vélhetően ez az üzlet egy megtérülő befektetés lehet. A befektetett tőke nagysága és az üzemeltetés során fellépő költségek nagysága viszont egyáltalán nem mindegy, hogy mekkora. Lehet, hogy egy kézben tartva és zárt rendszerként üzemeltetve a hálózatot egyszerűbb kezelni a csomagforgalmat és kevesebb a kockázat, de a költségek megosztásával felszabaduló forrásokat a csomagautomata hálózat fejlesztésére is lehetne fordítani. Itt újra megemlíteném továbbá azt a tényezőt is, hogy ezzel egy fenntarthatóbb környezetet teremtenénk, ami a jövőnk szempontjából is fontos.

Az automaták létesítése és üzemeltetése minden bizonnyal rendkívül költséges. Egy öt éves periódus alatt (2015-2020) nagyjából 25-30 ezer dollárra becsülték az automatákkal járó összes költséget egy külföldi cikkben, amiben azt is írták, hogy Anglia teljes csomagforgalmának csupán 5%-a mindössze 700 millió dollár értékű csomagautomata hálózat kiépítésével járna. [5] Látható, hogy a teljes igény töredékének való kielégítése már jelentős tőkét igényel. Ha a rendelkezésre álló adatok nem is tükrözik a valóságot, nagyságrendben nem tévedhetnek sokat. Egy magyar forrást is említve, a FoxPost vezérigazgatójával készült 2021-es interjú alapján egy hálózat havi fenntartásához több tízmillió forint szükséges. [9]

2.4. A nyílt hálózatok népszerűsége

A két hálózatüzemeltetési alternatíva között választani nem egyszerű feladat. Nem lehet tudni, hogy hosszútávon hogyan működik, milyen problémák adódnak, ugyanakkor a konszolidáció mindig is fontos szempont volt a city logisztikában, aminek a last mile jellegű feladatok is részét képezik. Egy nagyobb vállalatnak sok időbe kerülhet, míg átáll egy új gondolkodásmódra. Ráadásul a nyílt hálózat koncepciója még újkeletű, elsősorban Ázsiában találkozhatunk ezzel a gondolkodásmóddal.

- 2015 óta több nagyobb szolgáltató együttműködésével létrejött Kínában a HiveBox, ami a mai legnagyobb nyílt hálózattal rendelkező szolgáltató, körülbelül 150 ezer kitelepített automatával rendelkezik.
- 2018 decemberében Szingapúrban megalakult a Locker Alliance, amiben több helyi szolgáltató mellett együttműködik például a szingapúri posta, illetve a DHL. [10]

Szerencsére ez a szemlélet Európában is kezd egyre elterjedtebbé válni, bár még nem gyakori az ilyen típusú hálózatok kialakítása:

- 2018-ban alakult meg a MyFlexBox, mint Ausztria legnagyobb nyílt hálózatú cége
- 2019-ben a PostNord indított pilot programot Dániában 200 nyílt automatával
- 2019-ben a Quadient által felvásárolt Parcel Pending nem csak Európában, de Ausztráliában, Japánban és Észak-Amerikában is rendelkezik automata hálózattal
- 2024-ben pedig a DHL is úgy döntött, hogy pilotot indít OneStopBox néven

Ezek mellett több kisebb-nagyobb szolgáltató is belekezdett a „saját” nyílt hálózatának létrehozásába, ez jelentheti akár azt is, hogy a vállalatok kezdik megtenni az első lépéseket egy teljesen új, eddig közel ismeretlen szemlélet felé. Erre egy aktuális példa a fenti felsorolásban is megjelenített DHL, aki 2022. júliusában még azt nyilatkozta: "Az automatáink jól ki vannak használva, így üzleti értelemben nem érdemes számunkra megnyitni a hálózatot. A hálózat teljes ellenőrzése szintén ügyfeleink érdekében van, mivel biztosíthatjuk, hogy a csomagjaikat ne irányítsák át más szolgáltatók csomagjai által megtelt csomagautomaták miatt." [11] Ennek ellenére, 2024. márciusában mégis elindított egy pilotot OneStopBox néven, amely egy nyitott csomagautomata-hálózatot fog működtetni Németországban.

2.5. Lehetőségek a konszolidációban

A szolgáltatók hazánkban önállóan kiépített, zárt hálózatokat üzemeltetnek. Az e-kereskedelem folyamatos növekedésével párhuzamosan a rendelések száma is évről évre gyarapodik. A kapacitások bővítésére eddig több automata telepítésével válaszoltak a szolgáltatók, egymást lefedve, küzdve a városokban még megmaradt szabad (jellemzően magántulajdonban lévő) területekért.

A magánterületek mellett azonban már városi tulajdonban lévő közterületekre is elkezdődött a terjeszkedés. Annak érdekében, hogy egy város ne fulladjon az automata tengerébe érdemes lehet egy új, nyitott hálózatzüzemeltetési elképzelés útján tovább gondolkodni. Fontosnak tartom megemlíteni, hogy adódhat akár néhány olyan lehetőség is, ami akár az eddig kitelepített automata megtartásának bevonásával is kivitelezhető lehet.

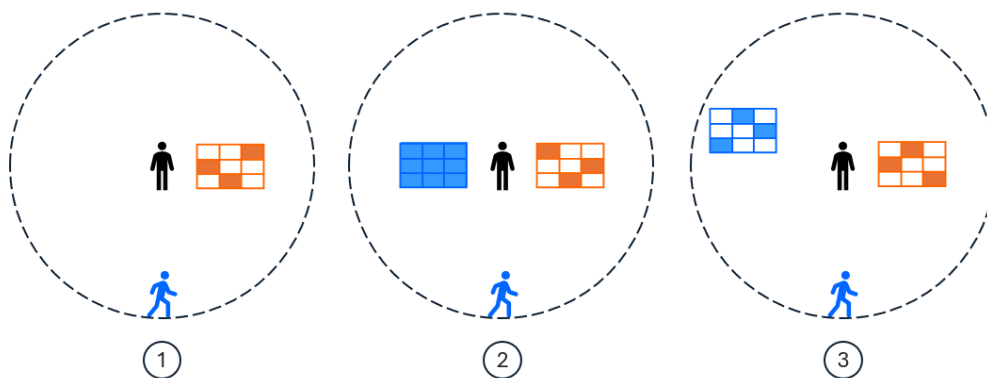
2.5.1. Együttműködési modell

A korábban említett pool és charter rendszer által definiálva lett, hogy ki lehet a nyílt hálózat csomagautomatáinak üzemeltetője. Azonban szükséges lehet átgondolni azt is, hogy hogyan működhet egy nyílt hálózat a meglévő zárt rendszerek összevonásával. Háromféle együttműködési lehetőséget soroltam fel arra az esetre, ha egy szolgáltató igénybe venné más cégek automatáit.

A futár együttműködés alapján szállíthat más szolgáltató automataiba, ha (5. ábra):

- nincs az igénypont környezetében automataja, de a másik félnek van;
- van az igénypont környezetében automataja, de az elérte a teljes kapacitását;
- van az igénypont környezetében automataja, de az ügyfél a rendelés során úgy döntött, hogy a másik szolgáltató automatáját venné igénybe.

Ha a jelenleg zárt rendszert működtető szolgáltatók legalább ebből a szempontból nyitottak lennének, az esetleges kapacitásbeli problémák is megoldódhatnának az összevont hálózat által. Emellett a megoldás a vevők számára is nagyobb szabadságot nyújtana az átvétel helyszínének megválasztásában, ezzel is segítve, hogy számukra megfelelő módon érkezzen meg a rendelés tovább növelve a csomagautomata használatának népszerűségét. Ez lehetne az első lépés, amit a szolgáltatók megtehetnének a nyitottság és konszolidáltság felé. Ha már létre jött egy ehhez hasonló konszolidált együttműködés, ami képes kiszolgálni az ébredő igényeket, akkor a meglévő kapacitások ismeretében, valamint a hálózat optimalizálása érdekében érdemes elgondolkodni az újratervezési modellen.



5. ábra: Együttműködési modell

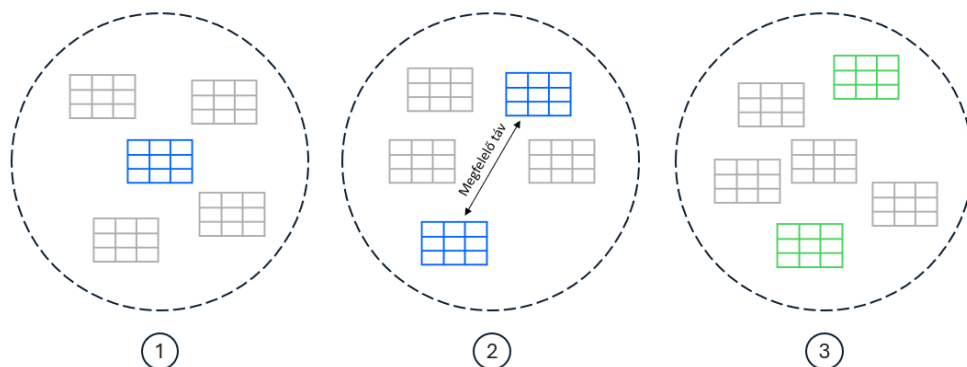
2.5.2. Újratervezési modell

Amennyiben újra gondolnánk a meglévő hálózatok struktúráját szintén a konszolidációt segíthetnénk elő. Ha egy megfelelő modell alkalmazásával méreteznénk az egy adott zónán belül ébredő igényekhez igazított kapacitásokat, vélhetően csökkenthető lenne a zónát lefedő automaták száma, és a megmaradt automatákat nyílt hálózatként lehetne üzemeltetni. Ez magas költséget vonhat maga után, hiszen a kiépített automatákat le kell szerelni vagy át kell telepíteni. Emellett sok kérdés merülhet fel a megvalósításában is, ezért ez nem a legegyszerűbb megoldás. A pozitívumai viszont, hogy elősegítheti a fenntarthatóság irányába való haladást és idővel megtérülhetnek a befektetett költségek.

Az adott zónán belül telepítési alternatíva lehet (6. ábra):

- egy automata, a szolgáltatók által korábban kiépített automaták közül, ha a zónán belül megfelelő helyen van és teljesen ellátja az ott ébredő igényeket;
- több korábban kiépített automata abban az esetben, ha azok megfelelő távolságra helyezkednek el egymástól és ezek mellett kielégítik a korábbi feltételeket;
- egy (vagy több) teljesen új automata a feltételeknek megfelelő elhelyezkedéssel és kapacitással.

Tekintve, hogy a szolgáltatók érdekei sérülnek a leszerelendő automaták miatt, így fontosnak tartom kiemelni, hogy ezt egy közös cél érdekében tennék. Emellett viszont fontos szem előtt tartani azt a szempontot is, hogy miként térülhet meg egy nyílt csomagautomata hálózat tagjaként tovább folytatni az operációt. A megosztott költségek mindenki válláról leveszik a terhet. A felelősség elsősorban a hálózat üzemeltetőé, de mindenki érdeke, hogy a rendszer megfelelően működjön. A megfelelő kommunikáció és a többi szolgáltatóba vetett bizalom a két alapköve a nyílt hálózatoknak. Ezek nélkül nem lehet egy jól működő rendszert fenntartani. Ugyanakkor ehhez megfelelő informatikai hálózattal kell rendelkezni



6. ábra: Újratervezési modell

2.5.3. Informatikai hálózat

A nyílt hálózatok esetén fontos kiemelni az informatikai hálózat kiépítésével és működtetésével kapcsolatos problémákat is. Az együttműködés legfontosabb eleme a közös adatkezelés. Nélkülözhetetlen az információ gyors és akadálytalan áramlása a szolgáltatók között, valamint a kapacitások valós idejű ismerete is. Egy ilyen szintű összetett informatikai hálózat kifejlesztése és működtetése nem egyszerű feladat és mindenképpen költséges. Az egységes rendszer létrehozásához az összes fél érdekeit figyelembe kell venni, ami magába foglalja a rendszerszolgáltatót, a további szolgáltatókat és természetesen az automata hálózat felhasználóit, a vevőket. Egy már meglévő és működő hálózat informatikai háttere szolgálhat kiindulási alappal, de ebben az esetben implementálni kell a több felhasználó általi egyidejű kezelhetőséget. Mivel a hálózatban ébredő igényeket napi szinten több szolgáltató is ellátja, így előfordulhat, hogy egy területen a kapacitások gyorsan eléri a maximumot és emiatt a további csomagokat más közeli automataba kell szállítani. A felhasználók időben való tájékoztatása a rendelésük állapotáról és a csomagjuk rendelkezésre állásáról emiatt is fontos szempont – legyen szó applikációs, e-mailes vagy sms-es tájékoztatásról. A megfelelő kommunikációnak nem csak vevő és szolgáltató között, hanem szolgáltató és szolgáltató között is meg kell lenni. Egy ezt elősegítő informatikai háttér megnövelheti a csomagkiszállítás hatékonyságát.

Az automata kapacitását egy nap alatt akár többször is ki lehet használni, de ennek szükséges feltétele, hogy a vevők még aznap átvegyék a csomagjaikat, így a következő kiszállítás során a korábban foglalt rekesz újra feltöltésre kerülhet. Ehhez nem elég ismerni a valós idejű adatokat, de tisztában kell lenni azzal is, hogy a vevők számára mikor ideális átvenni egy csomagot. Persze nem áthat az sem, ha az egynapos kiszállítások sikeresek, ugyanis többször előfordult már, hogy a szolgáltatók nem tudták ezeket teljesíteni. [12] Amennyiben a gyors kiszállítás mellé gyors átvétel társul, akkor a felhasználó számára akár kedvezményeket vagy valamilyen formában jutalmat lehetne biztosítani, hiszen ezzel is javulnának a forgási sebességek. Ugyanakkor díjat kell felszabni a késedelmesen átvett, akár átvétel nélkül maradt csomagokért, hiszen amellett, hogy értékes kapacitásokat foglalnak, jelentősen megnövelhetik a csomagautomata kezelésével járó ciklusidőket. Így az informatikai hálózat kiépítése során szempont lesz az is, melyik szolgáltató hány napot ad a vevőinek a csomagok átvételéhez. Meg kell egyezni a díjszabások mértékéről, illetve az esetleges jutalmak bevonásáról. Egységesíteni a csomagátvételi feltételeket és a kiszállítás elvét. Mivel a csomagszolgáltatók FIFO (First In First Out) elv alapján szállítják ki a csomagjaikat – ez alól kivételt képeznek az egynapos kiszállítások –, így az első beérkezett csomag kerül majd először kiszállításra és ezzel az a rendelés lesz az, ami az új rendelések közül elsőként bekerül a lefoglalt kapacitások közé. Egy közös informatikai hálózattal ez egyszerűen megvalósítható és ezáltal egyik szolgáltató rendelése sem kerül előnyösebb helyzetbe a többinél.

3. A vizsgálati módszertan

A korábbi kutatás folytatásaként most is Budapest a vizsgált terület, így az akkori vizsgálati módszertant alkalmazni tudom a dolgozatom alapjaként. A dolgozatban fókuszában tehát a városellátásban jól ismert csomagautomaták által alkotott hálózatok rendszerszintű működésének és a hálózati erőforrások konszolidációjában rejlő lehetőségeknek a vizsgálata áll. A működés konszolidálásának elősegítése érdekében érdemes megvizsgálni, hogy a mindenhol ismert, régóta működő, zárt rendszerek miben különböznek a kevésbé elterjedt nyitott csomagautomata hálózatokhoz képest, és ez a nyitott működés milyen előnyöket hordozhat magában. Ehhez érdemes lehet számos szempontot megvizsgálni, köztük pl. a kapacitás kihasználási, a területi lefedettségi és elérhetőségi szempontokat, továbbá a felhasználói oldal szempontjából előkerülő további előnyöket az egyes működési modellek esetében. Az összehasonlítás érdekében a fent definiált szempontokat számszerű indikátorokkal kell alátámasztani, és így a különbségeket mérhetővé tenni, ezzel támogatva az átalakítással kapcsolatos esetleges döntéseket.

A korábban kifejlesztett hálózati vizsgálati modell [3] továbbfejlesztése érdekében számos olyan további szempontot célszerű összegyűjteni, melyek jelentős mértékben befolyásolhatják a csomagforgalmat. Egy, az eddigieknél finomabb felbontású raszterháló létrehozása után az egyes rasztereket egy többkritériumos minősítő modell (pl. AHP módszer) segítségével értékelni és osztályozni lehet. A minősítő értékek megadhatják, hogy az adott raszter milyen mértékben releváns a csomagautomaták telepítése szempontjából. A valós csomagkezelési igények ismerete rendkívül fontos lenne a korrekt minősítés szempontjából, azonban jelenleg ezek az értékek sajnos nem állnak rendelkezésre. Így olyan modellt kell építeni, amely ezek nélkül is képes lehet egy relatíve korrekt becslést adni a telepítési potenciálokat tekintve az egyes raszterekre nézve. A tervezett modellnek azonban az lehet az egyik legnagyobb előnye, hogy egy olyan térinformatikai struktúrát fog reprezentálni, amiben újabb szempontok hozzáadásával tovább lehet finomítani a potenciálokra vonatkozó becslést.

3.1. Az alkalmazott multikritériumos döntéstámogató modell

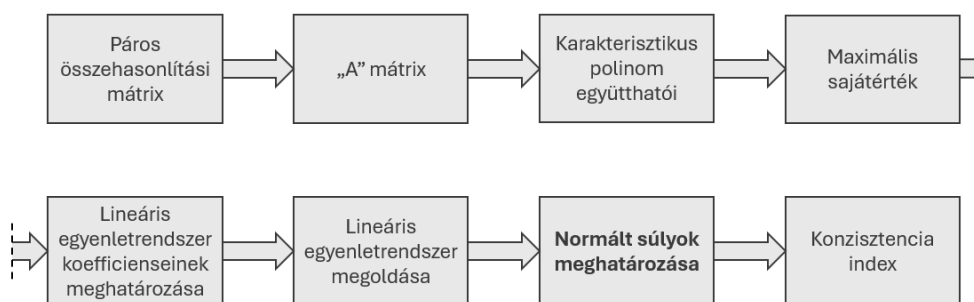
A későbbiekben bemutatásra kerülő, a csomagforgalmi intenzitásokat becslő modell és az automaták telepítésének alkalmasságát minősítő modell egyaránt több kritériumot vesz figyelembe a kimenetek előállításánál. Ennek támogatása céljából a korábban már említett (többek által hasonló feladatra alkalmazott) AHP módszert használtam. Ebben, más erre a célra alkalmas módszerekhez hasonlóan értékelni kell az egyes szempontokat, hogy mennyire fontosak egymáshoz viszonyítva. Az AHP esetében azonban pl. a COMBI-módszerrel ellentétben nem 0 (kevésbé fontos), 1 (egyenlően fontos) és 2 (fontosabb) értéket kapnak az egymáshoz képesti fontosságok. A szempontok hierarchiájában értelmezett szempontrendszer értékei pontosabban megfogalmazzák a két vizsgált szempont közötti eltérést.

Ez az úgynevezett páros összehasonlítási módszer. Ahogy az alábbi táblázat mutatja, minél magasabb az összehasonlításra adott érték, annál fontosabb az adott szempont.

1. táblázat: Összehasonlítási szempontok

Alacsony fontosság	Egyenlő fontosság	Gyenge fontosság	Alapvető fontosság	Igazolt fontosság	Abszolút fontosság
(1/n)	1	3	5	7	9

Az összehasonlítás párai között fordított arány van, tehát az alacsony fontosság $(1/n)$ értéke megfelel az értékpárjának $(n = [1; 9])$ reciprokával. Azaz az összehasonlítási mátrix i -edik szempontjának a j -edik szemponttal szemben adott értéke reciproka lesz a j -edik szempont i -edik szemponttal szemben kapott értékének. Egyenlő fontosság (1) esetén a két szempont egyformán hozzájárul az osztályozás eredményéhez. Gyenge fontosság (3) esetében az egyik szempont kissé előnyösebb a másikkal szemben. Ehhez hasonlóan az alapvető fontosság (5) esetén a szempont jóval előnyösebb az osztályozás tekintetében. Igazolt fontosságról (7) akkor beszélhetünk, ha a két szempont között a gyakorlatban is igazolt az eltérés. Abszolút fontosság (9) akkor fordulhat elő, ha a két szempont között a lehető legmagasabb szinten bizonyítani lehet az eltérést. A közöttük lévő fontossági értékek (2, 4, 6, 8) a szintek alsó és felső határát képviselik. Ezeket az értékeket meghatározni nem egyszerű és érdemes több ember véleményét is kikérni a saját preferenciájukról. Az így alkotott páros összehasonlítás mátrix lesz a normált súlyok meghatározásának alapja. [6] A súlyértékek kiszámításának lépéseit az alábbi blokkdiagram mutatja.



7. ábra: Súlyértékek kiszámításának lépései

A fontossági sorrend meghatározása után tehát elkészíthető a páros összehasonlítás mátrix. Ez tartalmazza az egyes aspektusok közötti prioritásokat. Ezután kiszámításra kerül az „A” mátrix, majd ebből a karakterisztikus polinom együtthatói és a maximális sajátérték. Következésképp sorra kerül a lineáris egyenletrendszer koeficienseinek meghatározása, valamint az egyenletrendszer megoldása. A modell eredményét a normált súlyok meghatározása adja (vastag betűstílussal kiemelve), amit felhasználok a különböző szempontok súlyozásához. Végül ellenőrzésként szükséges a konzisztencia index kiszámítása, aminek nem szabad meghaladnia a 0,1 értéket, mivel ebben az esetben a modell újraszámítása szükséges más fontossági preferenciák alapján.

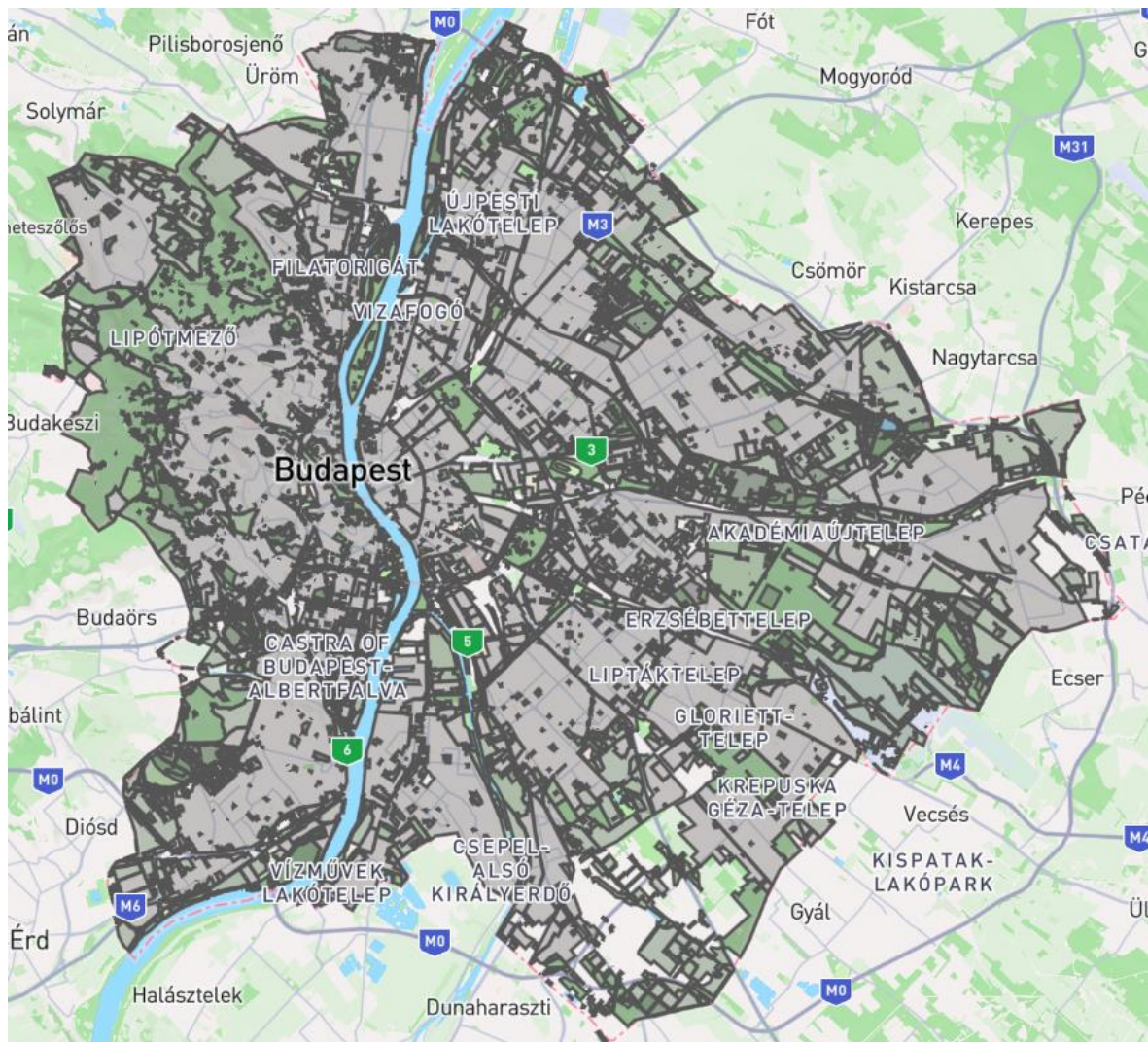
Miután kiszámításra kerültek a normált súlyok, a felhasznált aspektusok teljesítési értékeit is normálni kell. Meg kell határozni egy olyan viszonyítási értéket, amivel érdemes összehasonlítani a vizsgált szempont teljesítési értékeit. Ez lehet a maximálisan (vagy minimálisan) kapott érték vagy egy más elgondolás alapján kijelölt határérték, ami jellemezheti az adott szempont legjobb állapotát. Ahhoz, hogy a modell megfelelő eredményt adjon kiemelkedően fontos a lehető legpontosabb adatok összegyűjtése. A módszer alkalmazását a későbbi fejezetekben mutatom be.

3.2. Primer és szekunder adatok

A csomagautomatákkal kapcsolatos primer adatok összegyűjtése a kutatás szempontjából rendkívül erőforrásigényes lenne többek között anyagi, időbeli és humán szempontból. Ezek szolgáltatnák ugyan a legpontosabb, legnaprakészebb adatokat, de tekintve, hogy Budapesten ma már több, mint ezer automata található, valamint 7-8 különböző szolgáltató, ez közel megvalósíthatatlan feladat. Emiatt lehetnek hasznosak a különböző forrásokból begyűjthető szekunder adatok. A későbbiekben felépítendő modell működtetéséhez elengedhetetlen tehát egy korrekt bemeneti adatbázis felépítése, amihez szükséges megbízható és felhasználható adatokat szerezni. Sajnos a csomagkezelési igényekről a tavalyi kutatás óta sem sikerült kellően finom bontású és jó minőségű adatokat gyűjteni, így más jellegű, de a csomagforgalmat jelentős mértékben meghatározó további adatszoportokra fókuszáltam. A korábbi vizsgálatokhoz képest Budapesten sok változás történt, az eddig felhasznált adatokat is aktualizálni kellett. A kutatáshoz talán, ha nem a legfontosabb adathalmaz, a budapesti automata hálózat és annak tulajdonságai. Elsősorban az automaták száma, elhelyezkedése és az automaták rekeszeinek száma. Ezeket egészítik ki a csomagforgalmat befolyásoló további adatsorok. Többek között a raszterenkénti népességszám, a területek felhasználási módja, a város szövetét nem képző területek, a tömegközlekedési megállók száma, a raszterből induló és oda érkező utasok száma, a különböző típusú, forgalom részét képző gépjárművek száma, a parkolóhelyek száma és a városi térfigyelő kamerák száma.

3.3. Adatok feldolgozása

Tekintve, hogy a számításaim koordináta, illetve raszter alapúak, az összegyűjtött adatok hasonló struktúrával rendelkeznek. A térképes adatsorok GeoJSON, KML, XML és a GIS-ben (földrajzi információs rendszerben) használt formátumokban álltak rendelkezésemre. Ezeket python segítségével átkonvertáltam és a későbbiekben GeoJSON fileként kezeltem. Ezt amiatt is tettem, mert egy weboldal segítségével egyszerűbben át tudtam látni a geometriáját (pont, egyenes, összetett egyenes, sokszög, összetett sokszög – lásd: **8. ábra**), az elhelyezkedését (hosszúság, szélesség koordináták), valamint más tulajdonságait (pl.: utasszám, parkolóhelyek, lakosság). Emellett még szerkesztési lehetőséget is nyújtott a további adatok felvételéhez.

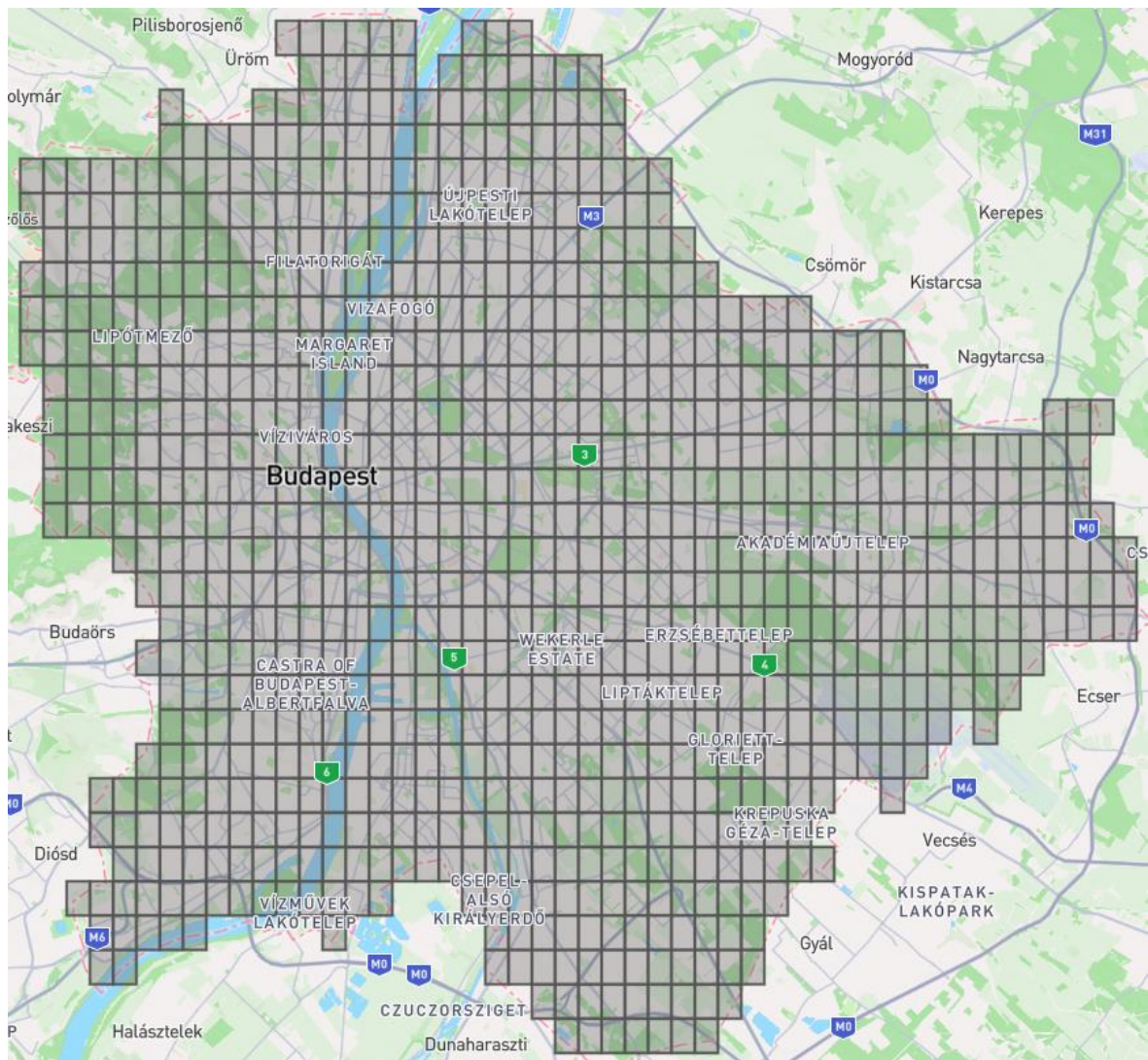


8. ábra: Területhasználat (weboldal: geojson.io)

Mivel a számításokat és az azokkal kapcsolatos kimutatásokat Excelben végeztem ezért táblázatként egyszerűen importálható formátummal kellett az adatsoroknak rendelkezni. A GeoJSON fileok további konvertálásra szorultak, amit szintén python segítségével végeztem. A kutatáshoz szükséges adatokat TXT formátumban mentettem ki, ahol az oszlopok voltak a különböző szempontok, az egyes sorokban pedig az adatok szerepeltek tabulátorral elválasztva a könnyű kezelés érdekében. Szükségesek voltak olyan számítások is, amiket pythonban egyszerűbben el lehetett végezni. Ilyen például a kerületek raszterizálása, az automaták raszterekhez rendelése, a raszteres szóródási mutatószámok kiszámítása.

3.4. Raszterháló kialakítása

A korábban használt $0,859 \text{ km}^2$ területű (egy század fok felosztású) rasztereket egy kezdeti adatsor struktúrája miatt, illetve a modell finomítása érdekében $0,5816 \text{ km}^2$ területű felosztásra csökkentettem. Az új raszterek kisebb területre összpontosítanak, így különböző szempontok alapján még könnyebben vizualizálhatóak az összefüggések és különbségek közöttük.



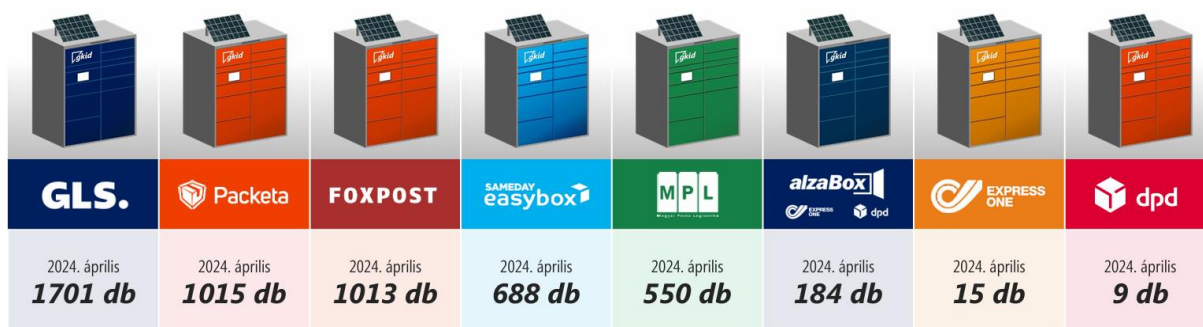
9. ábra: Raszterháló kialakítása (weboldal: geojson.io)

A fenti képen a raszttereket tartalmazó GeoJSON file lett beolvasva. Ezek a sokszögek Budapestet lefedve szolgálnak alapul a további számításokhoz. A felhasznált adatsor azért is volt lényeges, mert a kutatás kezdetekor ez biztosította számomra a népességi adatokat. Ez a későbbiekben leírtak szerint megváltozott, a rasztterek viszont megmaradtak, mivel jól lefedik a főváros közigazgatási határán belülre eső területeket és a leírtaknak megfelelően finomítják a korábbi kutatás során kialakított raszterhálót.

A dolgozatban vagy mellékletben található további, raszteres ábrák a számítás eredményeül kapott Excel táblázatok. Ezek az ábrák kvázi hő térképként lettek megjelenítve. az ábrákon az értékek szándékosan nem szerepelnek, hiszen a különböző szempontok alapján előforduló sűrűsödés demonstrálásához nem lényegesegek. Emiatt viszont mindegyik raszteres hő térkép jelmagyarázattal lett ellátva, hogy az eredmények ábrázolása során a nagyságrendbeli eltérések nyomon követhetőek legyenek. Ezek feltételes formázása három szín alapján 50-es percentilis értékkel készült, így a megjelenített színekre az adatsor minimuma, várható értéke és maximuma került. **A mellékletet különálló dokumentumként csatoltam.**

3.5. A hálózatot leíró adatsorok

A fővárosban telepített automatákhoz kapcsolódó területi adatokat a szolgáltatók automata-keresőivel, illetve a Google térkép segítségével rögzítettem. Egy év alatt a fővárosi csomagautomaták száma 976 darabról több, mint 300 automata kitelepítésével 1279 darabra emelkedett, 31%-os növekedést mutatva (**2. táblázat**). A csomagautomatákat és a csomagforgalmat leíró országos adatokat a GKID által létrehozott Digitális Kereskedelmi Körképből gyűjtöttem össze [13]. A **10. ábra** a 2024 áprilisi országos csomagautomata állományt mutatja szolgáltatók szerint.



10. ábra: Csomagautomaták száma országosan (forrás: GKID)

Az ábrán is látható, hogy megjelent két új szolgáltató az ExpressOne, illetve a DPD további automatákat bevonva az így is zsúfolttá váló rendszerbe. Az újonnan megjelent szolgáltatókról eddig nem találtam olyan térképet, ami a budapesti automatáikat megjelenítené, emiatt ezeket nem vettem figyelembe a kutatás folytatása során. Ahogyan az előző kutatás után, így a továbbiakban is még lehetőség lesz a modellhez felhasznált adatok aktualizálására. Az alábbi adatokat a szolgáltatók budapesti automatáiról 2024. augusztus végén rögzítettem az adatbázisomban.

2. táblázat: Automaták számának változása Budapesten (2023-2024)

Szolgáltató	2023	2024	Új automata	Önmagához	Újak közül
alzaBox	123	132	9	7,3%	3,0%
DHL	14	14	0	0%	0%
Emag	173	178	5	2,9%	1,7%
Foxpost	197	297	100	50,8%	33,0%
GLS	241	310	69	28,6%	22,8%
Packeta	113	199	86	76,1%	28,4%
MPL	115	149	34	29,6%	11,2%
Összes	976	1279	303	31,0%	100%

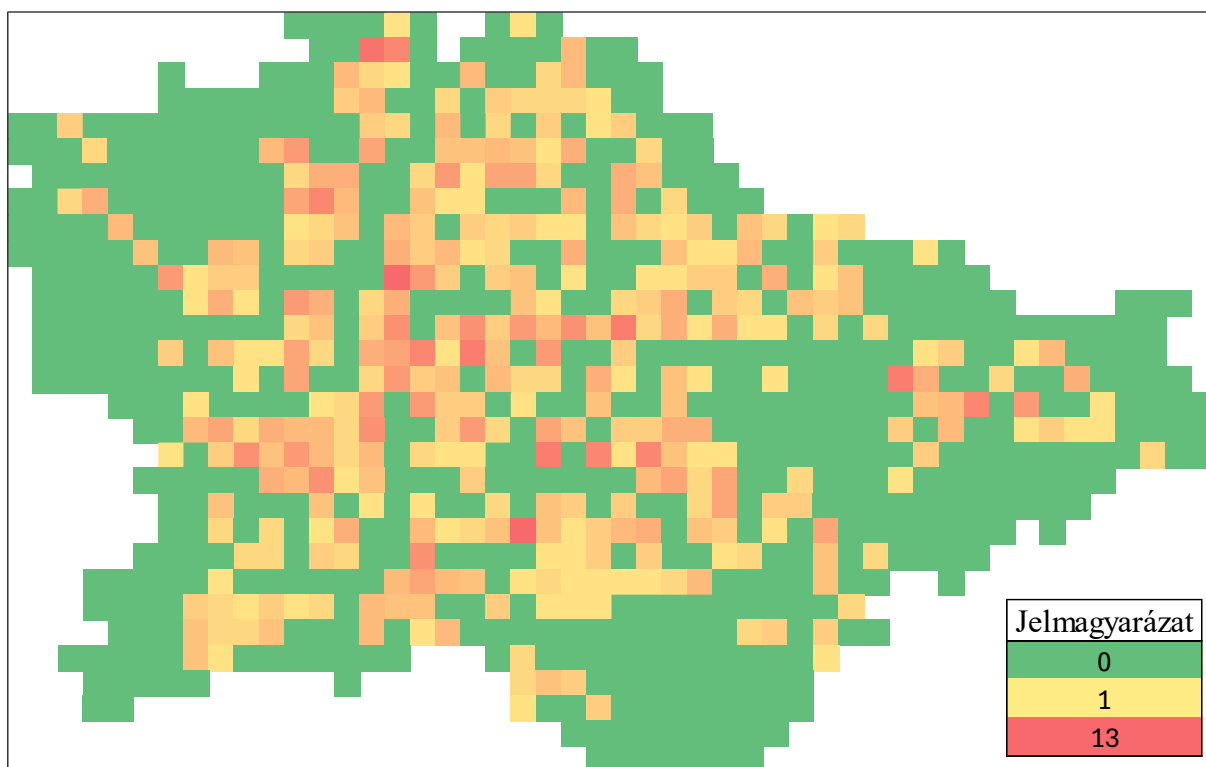
3.5.1. Az automaták számával kapcsolatos mutatószámok

Megfigyelhető, hogy a GLS, mint a Budapesten legtöbb automatával rendelkező szolgáltató csak a harmadik az újonnan kiépített automaták száma alapján. A táblázatban látható, hogy az öt követő Foxpost 50,8%-os növekedést mutatott, ezzel kitevé az új automaták egyharmadát, illetve az is, hogy a Packeta csomagautomatáinak száma a saját hálózatához képest a tavalyi évben 76,1%-ot növekedett, ezzel 28,4%-át kitevé az újonnan kiépített automaták közül. A csomagautomaták számát raszteresen ábrázolva a **11. ábra** mutatja.

A modellben felhasznált, automaták számával kapcsolatos mutatószámok:

- az automaták száma a raszterben és a vele szomszédos raszterekben (**2. melléklet**);
- az automaták részaránya a szomszédos raszterösszeghez képest (**3. melléklet**).

Az első mutatószám megadja, hogy mennyi automata található az adott raszterben és annak közvetlen (él és sarok) szomszédjaiban. Azaz megfigyel egy 3x3-as raszterklasztert és összegzi a bennük elhelyezkedő automaták számát. A második mutatószám egy aránypár, ami az automaták számát viszonyítja a korábban kiszámított szomszédos raszterösszeghez képest. Ezzel megkapjuk, hogy az adott raszter automatái mennyiben járulnak hozzá a raszter környezetében található automaták összegéhez.



11. ábra: Automaták száma a raszterekben (**1. melléklet**)

A 2024-es demográfiai adatok alapján a fővárosban 1,6 millió fő él. [14] A lakossági adatokat összevetve az automaták számával azt kapjuk, hogy Budapesten 1269 fő jut egy automatára.

3.5.2. A rekeszek számával kapcsolatos mutatószámok

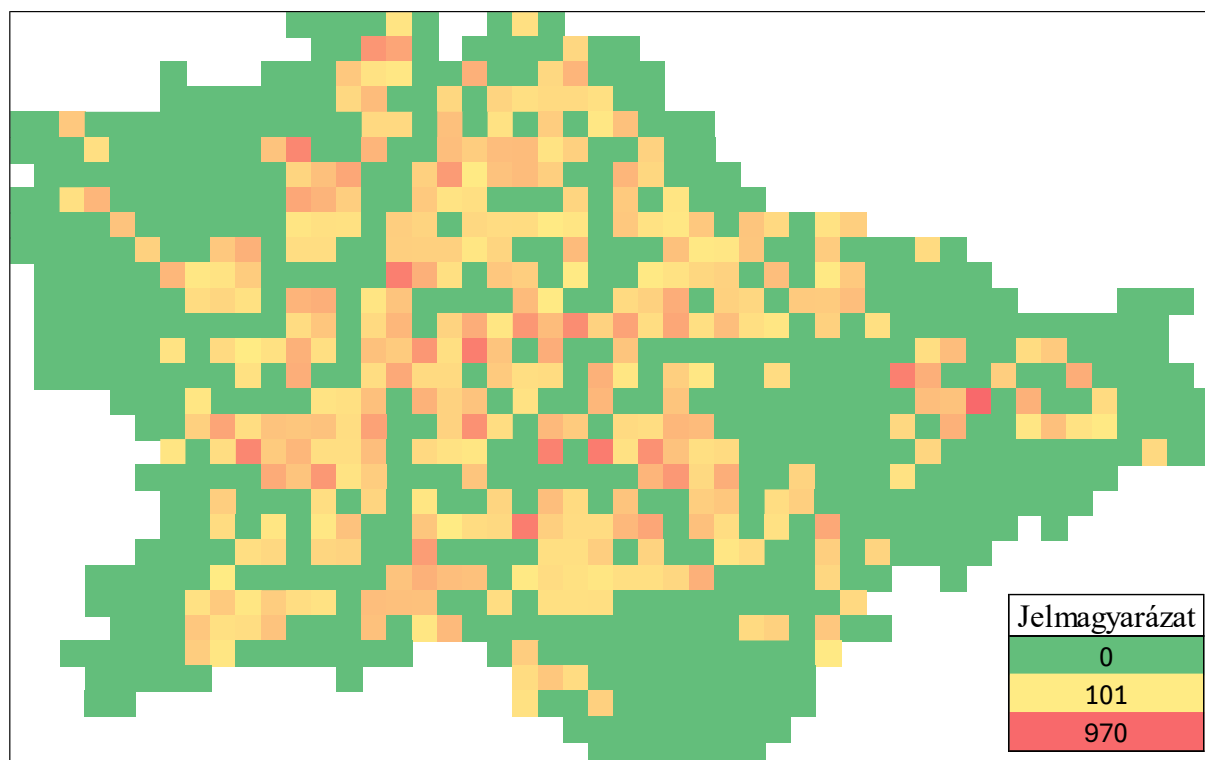
Az automaták rekeszszámának meghatározásához, mivel nem áll rendelkezésre adat, így a tavalyi adatsoromat használtam fel. A **3. táblázatban** három különböző rekeszméret alapján, illetve azok összegeként láthatóak az átlagos rekeszszámok. Ez egy mintavételezéssel készült becslés, ahol az értékek a szolgáltatók különböző kiszerelésű automatáit figyelembe véve lettek kiszámolva. Amennyiben a valós adatok rendelkezésre állnak, úgy a modellbe beillesztve pontos eredményt kapunk. Ez igaz a később ismertetett adatsorokra is.

3. táblázat: Átlagos rekeszszámok méret alapján

Méret	alzaBox	DHL	Emag	Foxpost	GLS	Packeta	MPL
S	53	9	31	50	42	16	16
M	26	4	11	27	28	20	42
L	12	3	12	12	8	4	18
Összes	91	16	54	89	78	40	76

A raszterekben lévő rekeszek számát a **12. ábra** mutatja. Az automata számokhoz hasonlóan ezt az adatsort is ugyanaz a két típusú mutatószám jellemzi:

- a rekeszek száma a raszterben és a vele szomszédos raszterekben (**5. melléklet**);
- a rekeszek részaránya a szomszédos raszterösszeghez képest (**6. melléklet**).



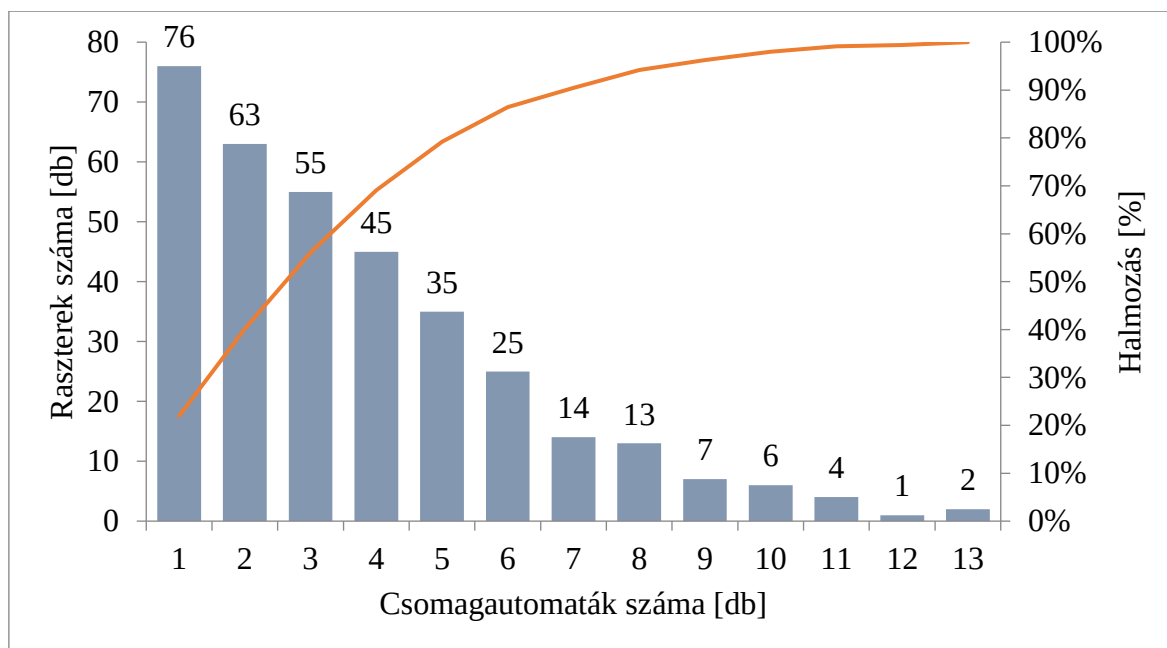
12. ábra: Rekeszek száma a raszterekben (**4. melléklet**)

Az első mutatószám itt a rekeszek mennyiségéből számítja ki a szomszédos raszterek uniójával kapott összeget. A második mutatószám a korábbi számítás megfelelőjeként, az adott raszter rekeszszáma és a közeli raszterösszeg aránya. Felmerülhet a kérdés, hogy az automaták száma és a rekeszek száma között miért érdemes különbséget tenni. A kihelyezett szekrények kapacitása eltérő, mivel ahogyan a korábbiakban is említettem a szolgáltatók különböző kiserelésű automatákat telepítenek ki. Emiatt nem csak az lehet lényeges, hogy melyik raszterben hány automata szerepel, hanem az is, hogy mekkorák a kihelyezett kapacitások. A valós kapacitások és igények ismeretében a hálózat ezzel a modellel könnyen tervezhető lehet.

Korábban említésre került az egy automatára jutó budapesti lakosok száma, de ez az érték nem kapacitásra van becsülve. Az 1279 automatára becsült, összesen 91745 darab rekesz alapján 18 fő jut egy rekeszre. Ez az érték már jobban megmutatja, hogy a jelenlegi kapacitás mekkora igény esetén üzemképes (lásd: „**Kapacitás kihasználtság**”). Az igények ismerete nélkül is érezhető, hogy egy rekesznek el kell tudnia látni ennyi potenciális felhasználót. A jelenlegi állapotban az e-kereskedelem hazánkban nem tart ott, hogy a rendelkezésre álló kapacitás ne tudja felvenni az átlagos napi csomagrendeléseket. A csúcsidőszakok esetén viszont már nem egyszer előfordult, hogy a rendelkezésre álló kapacitások telítődtek.

3.5.3. Az átlagos lefedettség mutatók

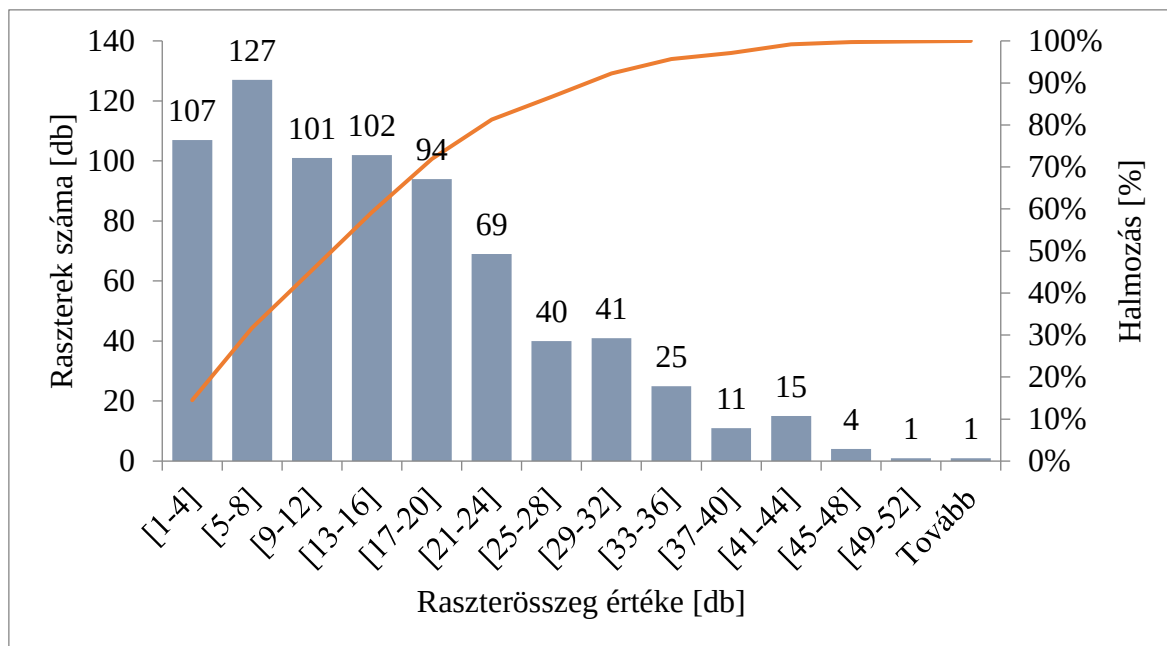
Az automaták mennyiségi eloszlását jellemzik helyzeti, illetve számított középértékek, valamint az ezek közötti viszonyszámok. Ezek egyszerű értelmezése céljából az alábbi diagram ábrázolja az automatával lefedett raszterek megoszlását.



13. ábra: Csomagautomaták eloszlása

A helyzeti középértékek számításához az automaták által közvetlenül lefedett rasztereket vettem figyelembe és Excel adatelemzés bővítményét használtam. A leíró statisztika alapján a medián értéke 3. Ez az adatsorra későbbiekben kiszámított várható értéktől (3,697) kevésbé tér el. A módusz 1, tehát a legtöbb lefedett raszterben 1 db automata van. Az adatsor maximuma 13, tehát ez az egy raszteren belül előforduló legnagyobb automata szám.

Ha megfigyeljük ennek változását a kiszámított raszterösszegek bevonásával az alábbi eredményt kapjuk. Ez egy torzított érték, hiszen egy automata több raszterösszegben is szerepelhet attól függően, hogy hol helyezkedik el.



14. ábra: Raszterösszegek eloszlása

A **11. ábra** alapján a 905 raszterből 346 csomagautomatával közvetlenül lefedett. A raszterösszegekkel bővített lefedettség szempontjából – azaz a közvetetten lefedett raszterek esetén – a korábbi érték több, mint kétszeresét kapjuk, összesen 738 raszterrel. Mindkét módszerre, illetve az összes raszterre is kiszámíthatóak a mennyiségi arányok, amivel megkapjuk, hogyan változik a lefedettség várható értéke:

$$(1) \quad X_{\text{közvetlen}} = \frac{PL}{N_{\text{közvetlen}}} = \frac{1278}{346} = 3,69 \frac{db}{raszter}$$

$$(2) \quad X_{\text{közvetett}} = \frac{PL}{N_{\text{közvetett}}} = \frac{1278}{738} = 1,73 \frac{db}{raszter}$$

$$(3) \quad X_{\text{összes}} = \frac{PL}{N_{\text{összes}}} = \frac{1278}{905} = 1,41 \frac{db}{raszter}$$

Ezek mellett kiszámítható az automaták sűrűsége, mivel ismerjük a raszter területét. A lefedettségi mutatók alapján az első esetben a közvetlenül lefedett raszterekben 6,36 automata

található egy négyzetkilométeren. A közvetetten lefedett raszterekre kiszámítva ez 2,98, tehát kevesebb, mint a fele a közvetlenül lefedett terület sűrűségének. Végül a Budapestet lefedő raszterek teljes területére (526,31 km²) kiszámítva az automata sűrűség 2,43 db/km². Tekintve, hogy ugyanakkora automata számhoz mérjük a lefedettségi mutatókat, majd pedig ugyanakkora raszter méretre számítjuk ki a sűrűséget, nem meglepő, hogy az adatok hasonló mértékben változnak. Emiatt megfigyeltem azt is, hogy mekkora a sűrűségi érték a legnagyobb raszterösszeg esetén. Ebben az esetben az 53 automatát tartalmazó terület sűrűségi értéke az általa lefedett 9 raszterre számítva 10,13 db/km². Ez azt jelenti, hogy egy kényelmesen gyalogolható távolságon belül 10 automata is található.

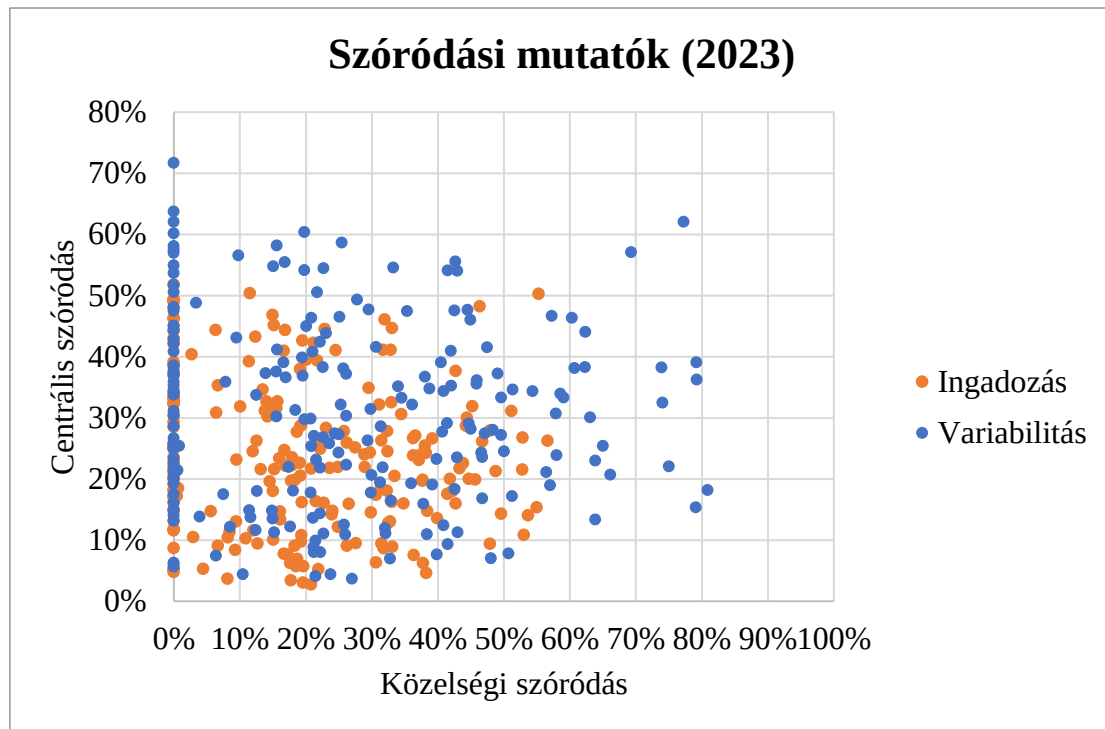
A közvetetten lefedett raszterek esetén a vizsgálat eredménye mind a két esetben közelebb van az összes fővárosi rasztert magába foglaló lefedettségi mutatóhoz. Ha megfigyeljük a rekeszek számából számított raszterösszeg és a rasztereken belüli népességi értékei közötti korrelációt, akkor azt láthatjuk, hogy szoros kapcsolat van a kettő között. Ez amiatt lehet, mert a kihelyezett kapacitások valamilyen módon kapcsolatban vannak az ott élők számával. Ezt a jelenséget a csomagforgalom keltő modell során felhasználom.

3.5.4. Szóródási mutatók

A korábbi kutatás során az automaták elhelyezkedésének vizsgálatához megfogalmazott két raszter alapú szóródási mutató, a centrális szóródási mutató és a közelségi szóródási mutató is meg lett határozva az új adatsorokkal. Az akkor bevezetésre került mutatószámokról részletes leírás az akkori dolgozatomban található. [3]

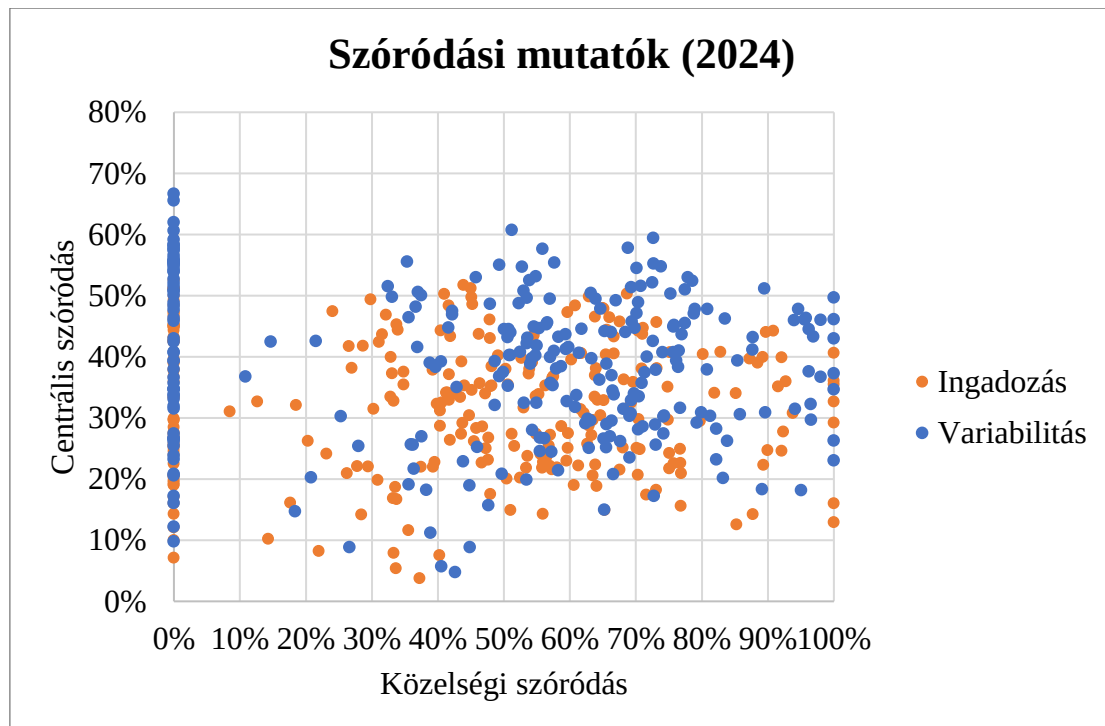
A centrális szóródási mutató megadja a raszterben lévő automaták átlagos, raszter sarokpontoktól mért távolságát. Ezzel jellemzi a raszterekben lévő automatákat, hogy azok mennyire centralizáltak, a középpont körül egyenletesen szóródva helyezkednek el. A közelségi szóródási mutató a raszteren belüli automaták egymástól mért átlagos távolságát adja meg. Ez a mutató azt vizsgálja, hogy az automaták a raszteren belül mennyire helyezkednek el egyenletesen közel egymáshoz, azaz mennyire szimmetrikusak.

A két szóródási mutató raszteren belüli átlagértékeinek ingadozása és variabilitása alapján kategorizálhatóak a raszterek. A tavalyi kutatás során a számítások alapján létrehoztam egy pontfelhőt, megjelenítve a kapott értékeket. A **15. ábra** azoknak a rasztereknek a szóródás értékeit mutatja, melyekben az automaták száma egynél nagyobb. Ez amiatt van, mert a 0 vagy 1 automatát tartalmazó raszterekben nem értelmezhető a közelségi szóródás. Az eredményből arra következtettem, hogy a budapesti csomagautomata hálózat a két definiált szóródási mutató alapján valóban organikusan fejlődött ki, hiszen a pontfelhőt sporadicitás jellemzi.



15. ábra: Szóródási mutatók (2023)

Az aktuális kutatás raszterrendszerére átszámítva, a frissített automata számokkal az ingadozás és variabilitás értékeket a **16. ábra** mutatja be. Ebben az esetben is csak az egynél több automatákat tartalmazó raszterek szerepelnek. A két ábra között a legegyszerűbben észrevehető különbség, hogy a közelségi szóródás ingadozás és variabilitás értékei az aktuális pontfelhőn távolabb helyezkednek el az origótól, tehát kedvezőtlenebb eredményt mutatnak.



16. ábra: Szóródási mutatók (2024)

Ezt ugyan befolyásolhatja a raszterek méretének csökkenése is, a fő oka mégis az, hogy az újonnan kiépített automaták a már korábban más szolgáltatók által lefedett területekre kerültek. A közelségi szóródás ingadozását a **7. melléklet**, variabilitását **8. melléklet** mutatja. A centrális szóródás ingadozását **9. melléklet**, variabilitását pedig a **10. melléklet** ábrázolja. A négy ábrán szürkével lettek jelölve a szóródás szempontjából nem értelmezhető raszterek.

3.6. A hálózattól független adatok

Az alábbi, automata hálózattól független adatokat részben egy Budapestet több demográfiai és földrajzi szempontból vizsgáló térképi adatbázisból szereztem. [15] Ezek a térképek nyilvánosan elérhető adatokból készültek, így összességében inkább általános nézetet nyújtanak. Ezek közül a „társadalom” rész alatt lévő népsűrűség térkép volt az, ami a kutatás új raszterháló kialakítását is adta (**9. ábra**). Sajnos emellett a népsűrűségi adatok nem adtak pontos képet a valóságról, így helyettük más lakossági adatokat kellett felhasználnom. Ezekkel az adatokkal kapcsolatban bővebben a „**Forgalmi zónák**” című fejezetben írok. A felhasznált térképek közül az egyik a „területhasználat”, mely jellemzi Budapest beépítettségét, a másik pedig a „térfigyelő kamerák”, amik biztonságtechnikai szempontból fontosak.

A budapesti foglalkoztatottság kerületsoros adatait a KSH adatbázisából gyűjtöttem össze. Ez nem volt egyszerű feladat, mivel nincs a konkrét dolgozói létszámról ilyen részletes adat. Tekintve, hogy a foglalkoztatottak számáról nem találtam pontos információt, így a működő vállalatok létszámkategória alapján történő besorolásából becsültem meg a kerületenkénti foglalkoztatottak számát.

3.6.1. Területhasználat

A területi adatok jellemzése szükséges a modell létrehozásához. A város szövetét képző területek csoportosíthatóak a felhasználásuk alapján. Ezek a felhasználási fajták befolyásolhatják a raszter csomagforgalmi igényét. A rendelkezésre álló adatok alapján a lakottként feltüntetett területek a raszterek területének 45,92%-át fedik le. A kereskedelmi területeknek két fajtája szerepel az adatsorban. A kiskereskedések és az üzletközpontok a raszterek területének külön-külön 0,86%-át fedi. Az ipari zónáknak jelölt területek 7,89%-át fedik le a raszterek teljes területének. Ezeken kívül a munkahelyek szempontjából fontosnak vélt területi adatok a katonai területek és a mezőgazdasági épületek.

Látszik az adatokon, hogy a kereskedelmi területek aránya igen kevés. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy a rendelkezésre álló adatbázis hiányos, de még így is ezek biztosítják az elérhető legpontosabb adatokat. A lefedettség térképek sorban a **11. melléklettől** a **16. mellékletig** szerepelnek.

3.6.2. Foglalkoztatottság

A foglalkoztatottság becslésénél azt az alapelvet alkalmaztam, hogy amennyiben a kiemelt területi adatok összevonva lefedik a raszter területének legalább 50%-át, kimondható, hogy az a raszter képes felvenni a kerületbe tartozó foglalkoztatottság rá eső hányadát. Azaz, ha egy raszterben elegendő az ipari, mezőgazdasági, kereskedelmi, katonai és lakossági területek aránya, akkor ott nagy valószínűséggel történik valamilyen jellegű munkavégzés. A lakottnak nyilvánított területeket azért vontam bele, mivel egyre gyakoribb az otthonról történő munkavégzés, illetve a többi szempont hiányosságait pótolni tudja, mivel a legtöbb fővárosi munkahely ezeken a helyeken található. További adatok ismeretében az alkalmas területek, ezáltal a szétosztásba bevont raszterek is bővíthetők.

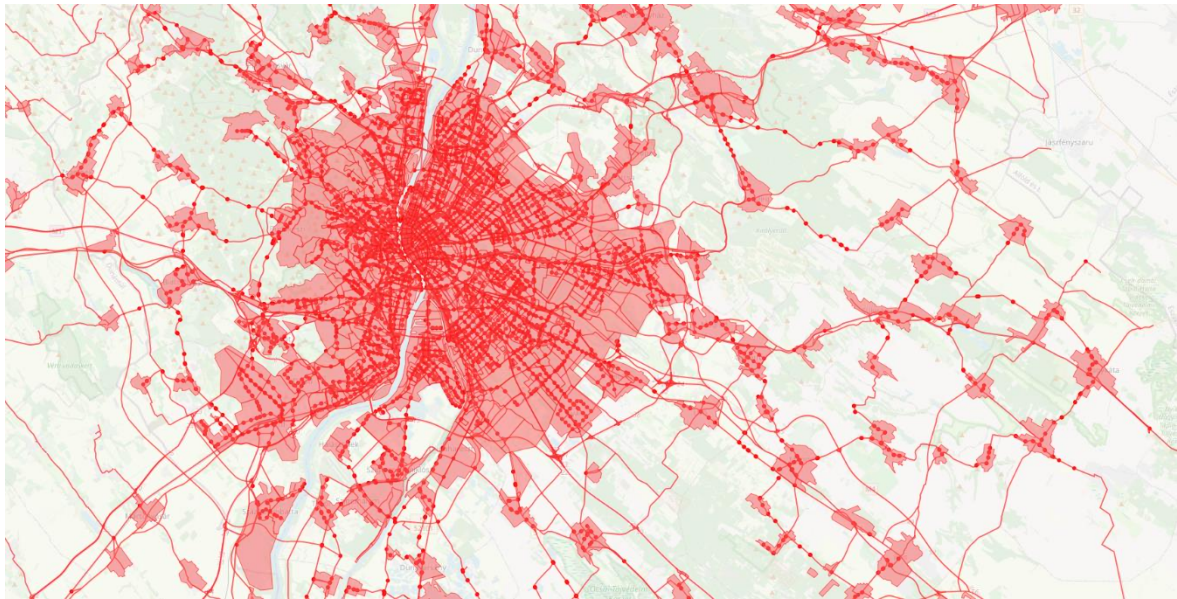
A foglalkoztatottak száma a modellben egy becsült érték. Mivel a szükséges részletességű adatok nem álltak rendelkezésre, a vállalatok létszámkategóriái alapján számítottam egy átlagos értéket, amit egyenletesen szétosztottam a kerületek foglalkoztatottak felvételére alkalmas, vélhetőleg munkahelyeket tartalmazó rasztereibe. Az így megkapott adatok a **17. melléklet** láthatóak. Sajnos a becsült értékek miatt ebben az esetben is előfordulhat, hogy torzulnak az eredmények.

3.6.3. Térfigyelő kamerák

A csomagok biztonsága fontos tényező, ha csomagautomata hálózatokról van szó. A vevő és a szolgáltató közös érdeke, hogy a megrendelt vagy feladott csomag épségben és biztonságban eljusson a címzetthez. Emiatt fontos lehet az is, hogy Budapesten belül hol találhatóak térfigyelő kamerák, amik segíthetnek az esetleges káresetek elkerülésében, de abban az esetben is hasznosak lehetnek, ha a kár már megtörtént. A térfigyelő kamerák elhelyezkedését raszteresen a **18. melléklet** mutatja be.

3.7. Forgalmi adatok

A forgalmi adatok hat különböző fájlformátumban álltak rendelkezésre, melyek egy egységes adatsort írtak le (CPG, CTF, DBF, PRJ, SHP, SHX). Az adatsort a Budapesti Közlekedési Központ (BKK) szolgáltatta. Az adatok a fővárosra és annak agglomerációjára vonatkozó Egységes Forgalmi Modellből (EFM) lettek exportálva (lásd: **17. ábra**). A korábban leírtak alapján a fájlok által tartalmazott adatokat egy közös GeoJSON formátumba átkonvertáltam. Ekkor még a koordináta párok egy eddig számomra ismeretlen, úgynevezett SOMERC formában voltak. Ez a koordináta pár az eredeti torzított formája. Annak érdekében, hogy a mindenki által használt WGS84 szélességi és hosszúsági fokot megkapjam, a két földrajzi kivetítési rendszer közötti transzformációra volt szükség. Ehhez pedig elengedhetetlen a transzformáció paramétereinek ismerete.



17. ábra: Megjelenített forgalmi adatok (forrás: EFM)

A transzformáció paramétereit az alábbi formában álltak rendelkezésre:

```
+proj=somerc    +lat_0=47.14439372222    +lon_0=19.048571778    +k_0=0.99993
+x_0=650000 +y_0=200000 +ellps=GRS67 +towgs84=52.17,-71.82,-14.9,0,0,0,0 +units=m
+no_defs
```

Az első paraméter adja meg a projekció típusát (+proj). A következő két paraméter tartalmazza a kezdeti szélességi (+lat_0, D = 0.0) és hosszúsági (+lon_0, D = 0.0) koordinátákat. Ez után következik egy léptéktényező (+k_0, D = 1.0), majd a hamis keletiesedés (+x_0, D = 0.0) és északiasodás (+y_0, D = 0.0). Paraméter továbbá egy geodetikus referenciarendszer alapján a Föld alakját meghatározó ellipszoid modell típusa (+ellps, D = GRS80), mely jelen esetben a GRS67, a kívánt ellipszoid modellre való transzformáláshoz szükséges tengelyek menti eltolásokat és forgatásokat tartalmazó paraméter (+towgs84), az eltolások és forgatások mértékegysége (+units). Az utolsó paraméter jelzi, hogy a korábbi paraméterek egyike sem az alapértelmezett érték (+no_defs), tehát a paraméter értékei nem egyeznek meg a zárójelben feltüntetett D (default) értékekkel.

3.7.1. Forgalmi zónák

A forgalmi zónák Budapestet és vonzáskörzetét lefedő sokszögek, illetve összetett sokszögek. A zónákat jellemző tulajdonságok közül a kutatás szempontjából releváns a zónán belüli lakosság, valamint a parkolás óradíja. A transzformált GeoJSON fileből pythonban egy erre létrehozott algoritmus segítségével kapcsoltam össze a zónákat alkotó sokszögeket a meglévő raszterhálózattal úgy, hogy megvizsgáltam az egyes zónák és raszterek közös metszetét, majd annak megfelelően, hogy lakossági, vagy parkolási adatokat szerettem volna kigyűjteni az alábbiak szerint jártam el.

A raszterekben található lakossági adat kiszámításához a zónák lakossági adatait a raszterrel közös metszet területének és a zóna teljes területének arányával beszorozva adtam a raszter lakossági értékéhez. Így egy zóna lakossága egyenletesen lett elosztva az általa érintett raszterekkel való metszetei között és a raszterekbe jutó népesség szám megfelelően reprezentálja az EFM-ből kapott adatokat (**19. melléklet**). A budapesti lakosság az adatsor alapján 1,857 millió fő, ez a 2024-es lakossági adatokhoz képest 234 ezer fővel több, ami kerületi viszonylatban 7,7 ezer abszolút átlagos eltérést jelent. [14] Ennek ellenére az így kapott lakosság még mindig pontosabb, mint a korábban említett, népsűrűségből kapott adatok.

A parkolási díj esetén a raszter aszerint lett besorolva valamelyik kategóriába, hogy azok közül melyik teszi ki a raszter legnagyobb százalékát. Budapesten négyféle fizetős parkolási zóna található. Ezt a **20. melléklet** ismerteti, és a hozzá kapcsolódó adatok az alábbi táblázatban láthatóak, ahol az érték Ft/óra, a darab pedig a zóna típus rasztereinek számát adja meg.

4. táblázat: Parkolási zónák

Típus	Érték	Darab
A	600	24
B	450	37
C	300	30
D	200	3

3.7.2. Közlekedési hálózat

A közlekedési csomópontokra lehet tekinteni egy irányított gráf csúcspontjaiként. Ezek a csúcsponatok a jelenlegi adatsorban a különböző tömegközlekedési járatok megállóí. Ezek számossága meghatározza azt, hogy hány irányból lehet megközelíteni az adott rasztert, azaz mennyire egyszerű oda eljutni. A raszterben lévő megállók számát a **21. melléklet** mutatja.

A közlekedési kapcsolatok az irányított gráf éleiként szolgálnak. Ezek a kapcsolatok két csúcsponatot kötnek össze és a rajtuk áthaladó forgalom lett mérve mindkét irányban. A mért adatok hat különböző kategória alapján:

- T1: személygépjárművek száma [jármű/nap]
- T2: tehergépjárművek száma (<3,5 t) [jármű/nap]
- T3: tehergépjárművek száma (3,5 – 7,5 t) [jármű/nap]
- T4: tehergépjárművek száma (7,5 - 12 t) [jármű/nap]
- T5: tehergépjárművek száma (>12 t) [jármű/nap]
- PT: közösségi közlekedők száma [utas/nap]

A modellhez szükséges kategóriák a személygépjárművek száma, illetve a közösségi közlekedők száma. A személygépjárművek raszter alapú mutatói a raszterből kiinduló (22. melléklet) és a raszterbe beérkező (23. melléklet) forgalmat mutatják. Hasonlóan a tömegközlekedés utasszámához, ami a raszterből kimenő (24. melléklet) és a raszterbe érkező (25. melléklet) napi utasszámot mutatja.

3.8. Csomagforgalmi igények

A valós csomagforgalmi igények nem állnak rendelkezésemre, így a tavaly használt csomagforgalom keltő modell felhasználásával kell becsült adatokat generálnom. A modell alapja a 2023-as GKID kutatásban [16] leírtak szerinti éves csomagrendelések száma, valamint a csomagpontokra, csomagautomatákba való rendelés részaránya. Ezzel a budapesti kerületsoros, korosztályok szerinti népesség alapján becsültem meg egy éves, csomagautomaták által felvehető csomagforgalmat. Az így kapott eredmények megadták, hogy az egyes kerületekben az adott korcsoportok esetén mekkora a házon kívüli (Out Of Home – OOH) becsült éves csomagrendelési volumen. A 2022-es országos szintű csomagforgalom 77,1 millió darab/év volt, melynek 16%-a OOH, durván 12,3 millió éves csomagszámmal. A fővárosra becsült értéket a budapesti és magyarországi csomagautomaták aránya alapján számítottam ki, ami az akkori viszonylatban 25,5% volt, így a Budapestre eső 2022. évi forgalom értéke nagyjából 3,2 millió csomag lett.

A 2024-es GKID kutatás [13] adatait és a hálózat igény oldalával kapcsolatban összegyűjtött szempontokat felhasználva, az aktuális népesség adatokkal egy új megközelítéssel próbáltam valósághoz közeli csomagforgalmat generálni. A lakossági adatok mellett az agglomerációból ingázók igényeit is szem előtt kell tartani. Emiatt a mostani kutatás során a Budapest vonzáskörzetében élő lakosok számát is figyelembe vettem. A 2023. évi országos csomagrendelési volumen a 2022-es értékhez képest 7%-os növekedést mutatott, 83 millió csomagszámmal. A GKID alapján ez a volumen 2024 elejére 6,1%-kal növekedett meg, így országos szinten összesen 87,5 millió éves csomagforgalommal számoltam.

5. táblázat: Csomagforgalom változása (db/év)

	2022	2023	2024
Csomagforgalom országosan	77 100 000	82 500 000	87 500 000
Változás a tavalyi évhez képest	-	107%	106%

A kutatás alapján az OOH rendelések aránya az összes rendeléshez képest 2023-ban 21%-ra megnövekedett. Ezt a tendenciát követve arra a következtetésre jutottam, hogy ez az arány az idei évben 26%. Így tehát az országos szintű OOH rendelések becsült éves nagysága 22,4 millió. A fővárosra vonatkoztatott érték kiszámítását a budapesti és az agglomerációjában élő lakosság összegének és a teljes magyarországi lakosságnak az arányából számítottam ki.

6. táblázat: Budapest és vonzáskörzetének lakossága (fő)

Északi szektor	142 251
Keleti szektor	148 517
Délkeleti szektor	114 492
Déli szektor	245 164
Nyugati szektor	105 101
Északnyugati szektor	153 580
Agglomeráció együttesen	909 105
Budapest lakossága	1 686 222
Vonzáskörzeten belüli lakosság	2 595 327

Eredményül azt kaptam, hogy a 9,6 milliós magyar lakosság 27%-a él a főváros vonzáskörzetén belül, azaz az éves OOH csomagrendelések száma ennek megfelelően lett arányosítva. Budapestre nézve az éves a csomagforgalom 6,1 millió. A GKID kimutatás alapján az automatába rendelt csomagmennyiség 191%-ot növekedett. A tavalyi kutatásomban becsült igényhez képest az idei becslés 192%-os növekedést mutat. A kettő közötti eltérést magyarázhatja a számítások elve közötti eltérés is, de még így is elég közel jár a becsült adat a valósághoz. A számítások eredményeit az alábbi táblázat mutatja.

7. táblázat: Becsült fővárosi csomagforgalom (db/év)

Csomagforgalom országosan	OOH arány	OOH csomagok országosan	Lakosság arány	OOH csomagok Budapesten
87 500 000	26 %	22 425 926	27%	6 072 496

Az éves csomagforgalom raszteres elosztásához elsősorban a kerületenkénti foglalkoztatottság adatait (ASP1) vettem figyelembe. A további szempontokhoz felhasználtam a BKK által szolgáltatott EFM-ből kinyert adatokat. Ennek segítségével egy pontosabb szempontrendszert tudtam alkotni. A forgalomkeltő modellemhez a raszterekre kiszámolt zónánkénti lakosság (ASP2) mellett figyelembe vettem a raszterbe érkező napi tömegközlekedő utasok számát (ASP3), illetve a napi személygépjármű forgalom mértékét (ASP4). Annak érdekében, hogy a négy szempont alapján becsülni lehessen a csomagrendelések eloszlásának arányát meg kell határozni az egyes raszterek esetén az adott szempontok önmagukhoz mért részarányát. Ezek után a négy arány értékekhez egy adott fontosság alapján súlyszámokat kell rendelni, így megkapva az adott raszterre vonatkozó százalékos igénybéli eloszlást. A raszterekre kapott arány értékeket beszoroztam a becsült éves OOH igény értékével, így megkaptam a raszterben ébredő éves csomagforgalmi igényt. A súlyok meghatározásához az fentiekben részletesebben megfogalmazott AHP módszert alkalmaztam. Az aspektusok közötti páros összehasonlítási mátrix az alábbi:

8. táblázat: Páros összehasonlítási mátrix (igénybecslés)

	ASP1	ASP2	ASP3	ASP4
ASP1	1	4	0,3333	0,25
ASP2	0,25	1	0,0833	0,0625
ASP3	3	12	1	0,75
ASP4	4	16	1,3333	1

3.8.1. Csomagforgalom keltés eredménye

A csomagforgalom keltő modell eredményét az AHP alapján kapott súlyértékekkel számoltam (9. táblázat). Látható, hogy a raszterbe érkező napi személygépjármű forgalom majdnem fele a modellbe felvett, igényeket befolyásolni képes szempontoknak. Ez amiatt van így, mivel a jelenlegi hálózat automatái nagyrészt olyan területen helyezkednek el, ami autóval könnyen megközelíthető (pl.: benzinkutak, bevásárló központok, üzletek parkolói). Ezeken a helyeken nem jellemző a tömegközlekedési megállóhelyek jelenléte, így ennek a közlekedési módnak a súlyértéke a szempontok alig több, mint harmadát teszi ki. A raszteren belüli foglalkoztatottak száma 12%-os, a lakosság 3%-os súlyértéket kapott. Ez amiatt van így, mivel aki az adott raszterben dolgozik vagy lakik, jellemzően valamelyik fenti közlekedési móddal jut a raszterbe és a csomagját is a munkahelye vagy lakhelye közelében szeretné átvinni. A foglalkoztatottság értéke pedig az ingázók miatt lett fontosabb a raszter lakosságánál.

9. táblázat: Szempontok súlyértékei (igénybecslés)

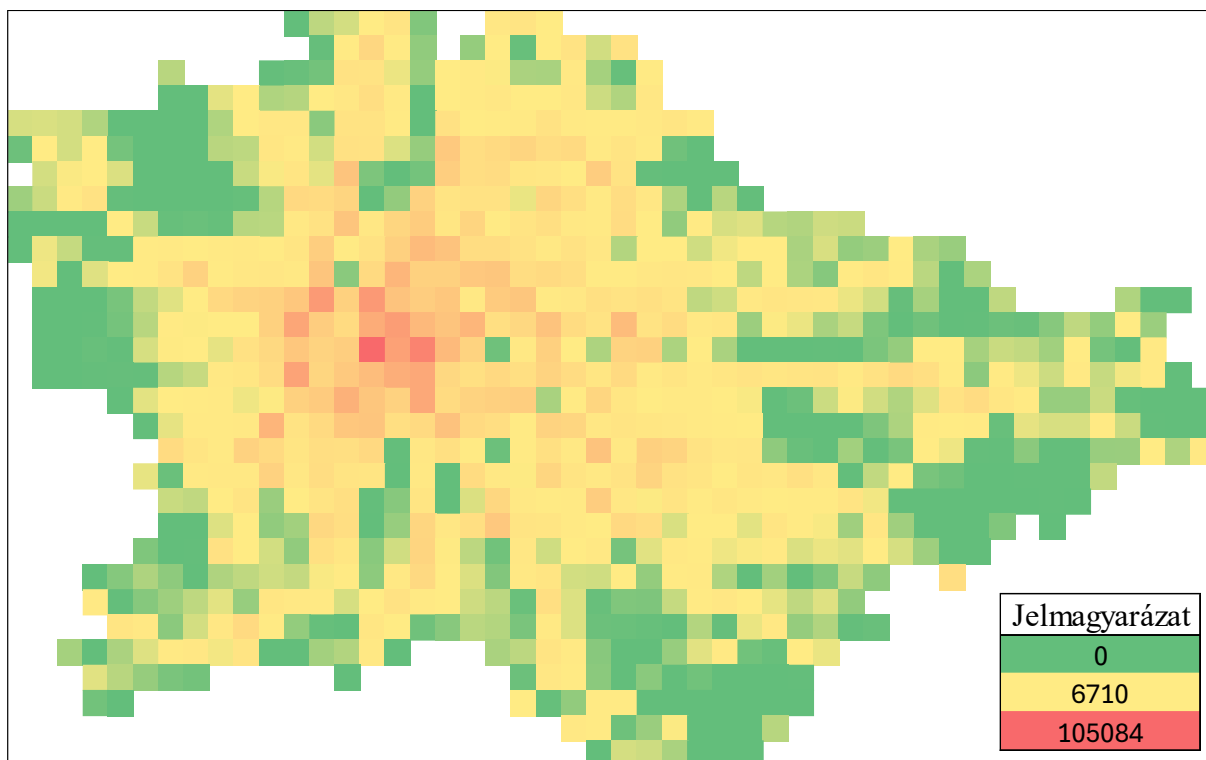
WASP1	WASP2	WASP3	WASP4
0,1212	0,0303	0,3636	0,4848

A raszterek között eloszló igény raszterre mért arányát ($D_i^{\%}$) az alábbi egyenlettel számítottam ki figyelembe véve az adott raszter szempont szerinti részarányát és a szemponthoz tartozó súlyozást.

$$(4) \quad \frac{ASP_{1i}}{\sum ASP_1} \cdot w_{ASP_1} + \frac{ASP_{2i}}{\sum ASP_2} \cdot w_{ASP_2} + \frac{ASP_{3i}}{\sum ASP_3} \cdot w_{ASP_3} + \frac{ASP_{4i}}{\sum ASP_4} \cdot w_{ASP_4} = D_i^{\%}$$

Ezek alapján minden raszterbe egy-egy csomagintenzitást jellemző százalékos érték kerül. Az alábbi egyszerű képletet alkalmazva a százalékos értéket beszorozva az éves, fővárosi, OOH csomagszámmal megkapjuk az adott raszterben ébredő becsült igényt. Az eredményül kapott raszterértékek immár az igények elosztott darabszámát adják meg (lásd: 18. ábra).

$$(5) \quad D_i = D_i^{\%} \cdot D$$



18. ábra: Raszterekben ébredő becsült csomagforgalmi igények (26. melléklet)

3.8.2. Kapacitás kihasználtság

Ha az eredményeket összehasonlítjuk a kihelyezett kapacitásokkal (12. ábra), arra az eredményre juthatunk, hogy a kettő között közepes erősségű ($p = 0,53$) korreláció figyelhető meg. Ez a rekeszre kiszámított raszterösszegek esetén egy kicsit növekszik, de még mindig nem mutat erős kapcsolatot ($p = 0,61$). Tekintve, hogy a becsült igény és a kihelyezett kapacitások térbeli elhelyezkedése között eltérést tapasztalhatunk, feltételezhetjük, hogy a csomagautomaták nem mind a megfelelő helyre, valamint a megfelelő kapacitással lettek kihelyezve. A budapesti kapacitáskihasználtság kiszámításához a kiépített automaták rekeszeinek számát (91,7 ezer) hasonlítottam össze a csomagforgalom keltő modellben kiszámolt évi csomagmennyiséggel (6,07 millió). Ezek alapján egy év alatt 66 csomag jut egy rekeszre, egy havi bontásban ez az érték 5,5 darab, egy napra nézve pedig kimondható, hogy átlagosan 0,18 csomag van egy rekeszben, más szóval a napi átlagos kapacitáskihasználtság 18%. Ha feltételezzük, hogy egy csomag átlagosan egy napnál többet várakozik az átvételre – vagy visszaküldésre –, akkor ennek többszörösével számolhatunk. Több szolgáltató már 2 nap elteltével visszaküldi a csomagot, más szolgáltatók csak egy hét elteltével tekintik a tranzakciót sikertelennek, így a kapacitáskihasználtság értéke növekedhet. Két nap esetén 36%, három napra már 54%, de ezek az értékek még mindig alacsonyak. A következtetések levonása előtt viszont meg kell vizsgálni további szempontokat is. Az itt kiszámolt eredményeket mindenképpen fel kell használni a minősítő modell részeként, hiszen az igény vonzza magával a leginkább a csomagautomaták szükségét.

4. A minősítő modell felépítése

A vizsgálatok során arra következtetésre jutottam, hogy a modell kialakítása során nem célszerű az összes fentebb ismertetett minősítő mutatószámot felhasználni. Különösen azokat nem, amelyek a jelenlegi csomagautomata hálózat felépítését minősítik, mivel azok jelentős mértékben torzítanak az eredményeket. Értelemszerűen, ha a vizsgált aspektusok számán és/vagy összetételén változtatunk, akkor az eredmények is eltérhetnek, de a kutatás célja elsősorban az, hogy a rendelkezésre álló adatok alapján megvizsgálja Budapest területét és minősítse az azt lefedő raszterrendszer egyes elemeit a lehetséges csomagforgalom generáló tényezők alapján, kiemelve a sűrűsödési pontokat, és ezáltal irányt mutasson a csomagautomata hálózat célszerű kialakítását tekintve. Emiatt a jelenlegi modellben szempontjai:

- ASP1: a raszter lakott területnek nyilvánított százalékos aránya;
- ASP2: a raszter lakosságának száma;
- ASP3: a raszterben lévő térfigyelő kamerák száma;
- ASP4: a raszterben történő parkolás díja;
- ASP5: a raszterbe érkező napi személygépjármű forgalom;
- ASP6: a raszterben található tömegközlekedési megállók száma;
- ASP7: a raszterbe érkező napi tömegközlekedő utasok száma;
- ASP8: a raszterekben lévő foglalkoztatottak becsült nagysága.
- ASP9: a raszterben ébredő csomagforgalmi igény becsült nagysága.

A kilenc szempont közötti lineáris korrelációt az alábbi korrelációs mátrix mutatja (**10. táblázat**), amiben látható, hogy ezek a szempontok eleget tesznek a feltételeknek és nem mutatnak egymással függvényyszerű kapcsolatot. A mátrix sorai és oszlopai a szempontok, az elemei a közöttük lévő Pearson-féle korrelációs együttható (r) értékét adják.

10. táblázat: Korrelációs mátrix

	ASP1	ASP2	ASP3	ASP4	ASP5	ASP6	ASP7	ASP8	ASP9
ASP1	1	0,587	0,243	0,180	0,246	0,553	0,260	0,475	0,316
ASP2	0,587	1	0,672	0,584	0,559	0,677	0,663	0,632	0,692
ASP3	0,243	0,672	1	0,657	0,526	0,492	0,665	0,640	0,671
ASP4	0,180	0,584	0,657	1	0,585	0,469	0,637	0,542	0,670
ASP5	0,246	0,559	0,526	0,585	1	0,643	0,786	0,503	0,930
ASP6	0,553	0,677	0,492	0,469	0,643	1	0,678	0,524	0,717
ASP7	0,260	0,663	0,665	0,637	0,786	0,678	1	0,550	0,947
ASP8	0,475	0,632	0,640	0,542	0,503	0,524	0,550	1	0,645
ASP9	0,316	0,692	0,671	0,670	0,930	0,717	0,947	0,645	1

Két azonos adatsor korrelációja miatt főátlóban lévő értékek minden esetben egyek lesznek. A korrelációs mátrixban az i -edik sor j -edik eleme megegyezik a j -edik sor i -edik elemével. A korrelációs együtttható értékei közötti kapcsolat iránya minden esetben pozitív. Emellett megfigyelhető gyenge ($|r| \ll 0,5$), közepes erősségű ($|r| \approx 0,5$), illetve szoros ($|r| \gg 0,5$) sztochasztikus kapcsolat is. A legnagyobb korreláció a rászterbe érkező napi személygépjármű forgalom és a rászterbe érkező napi tömegközlekedő utasok száma között van. Ezek az adatok valamilyen szinten összefüggenek, de mégis külön érdemes kezelni őket.

Érdekes lenne beépíteni a modellbe a meglévő hálózat csomagautomatáinak elhelyezkedését is nagyban befolyásoló benzinkutak, nagyobb üzletek, vagy bevásárló központok helyét leíró adatsorokat is. Azonban ezek, a tapasztalatok alapján a meglévő csomagautomata hálózattal szorosan összefüggő adatsorok. Így a rekeszszámokhoz, szóródási mutatókhoz, rászterösszegekhez hasonlóan nem kerültek a minősítő szempontok közé, mivel vélhetően nagyban befolyásolnák a minősítés eredményét. Emiatt végül olyan mutatószámokat igyekeztem felhasználni a modellben, amik a kiépített hálózattól semlegesesen, egymástól eltérő módon, de jelentős mértékben befolyásolhatják a csomagforgalmat. Egyúttal természetesen a modell bármikor bővíthető ezekkel a szempontokkal is.

4.1. Normált értékek

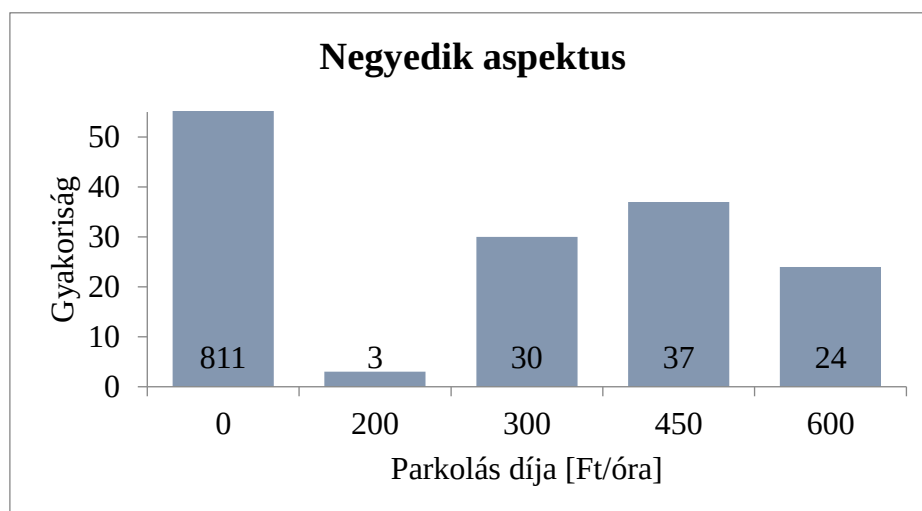
Az alkalmassági ráta kiszámításához minden rászter esetében az aspektusok normált értékét kell meghatározni egyfajta arányszám formájában, ami 0 és 1 közé esik. Amennyiben egy szempontot eredendően nem százalékos arányszám mér, ehhez meg kell határozni azt a viszonyítási értéket, amihez képest az adott szempont szerinti megfelelést mérjük egy-egy rászter esetében. Ez lehet a szempont típusától függően annak maximális (vagy minimális) értéke vagy egy előre meghatározott határérték, amely gyakran kötődhet egy (el)várható értékhez is (statisztikai értelemben). Amennyiben a második esetet választjuk az összes olyan rászterhez tartozó értéket, ami a szemponthoz megadott határértéket meghaladja 100%-ban kell maximálni (hiszen lehetnek ettől nagyobb értékek is), minden egyéb esetben pedig a kiszámított arányszám reprezentálja a megfelelést. Az így kapott normált értékek lesznek majd azok, amelyekkel az AHP modellben kapott súlyértékeket beszorozva megkapjuk az alkalmassági ráta eredményét.

A normált értékek meghatározásához először tehát meg kell adni az adott szempont szerinti viszonyítási értéket. Azok a szempontok, amikhez viszonylag egyszerűen meg lehetett határozni ezeket, az az első, illetve a negyedik aspektus. Az első szempont a rászter lakott területnek nyilvánított százalékos aránya. Ez az érték eleve százalékban van kifejezve, maximális értéke a számítás elve alapján nem haladhatja meg a 100%-ot. Ez az adatsor egyenletes eloszlást mutat a rászterekre nézve, ahogyan azt a **27. melléklet** szemlélteti.

A negyedik szempont a raszterben történő parkolás díja. Figyelembe kellett venni, hogy ebben az esetben a magas értékek jelentik a negatív hatást. Emiatt a viszonyítási alap meghatározása mellett, mely a fizetendő díj maximuma, úgy kell meghatározni a szemponthoz tartozó arányszám kalkulációját, hogy az alacsony értékek legyenek a megfelelőek. Ebben az esetben az ingyenes parkolási lehetőséghez fog tartozni a legkedvezőbb érték. A számítást az alábbi egyenlet mutatja.

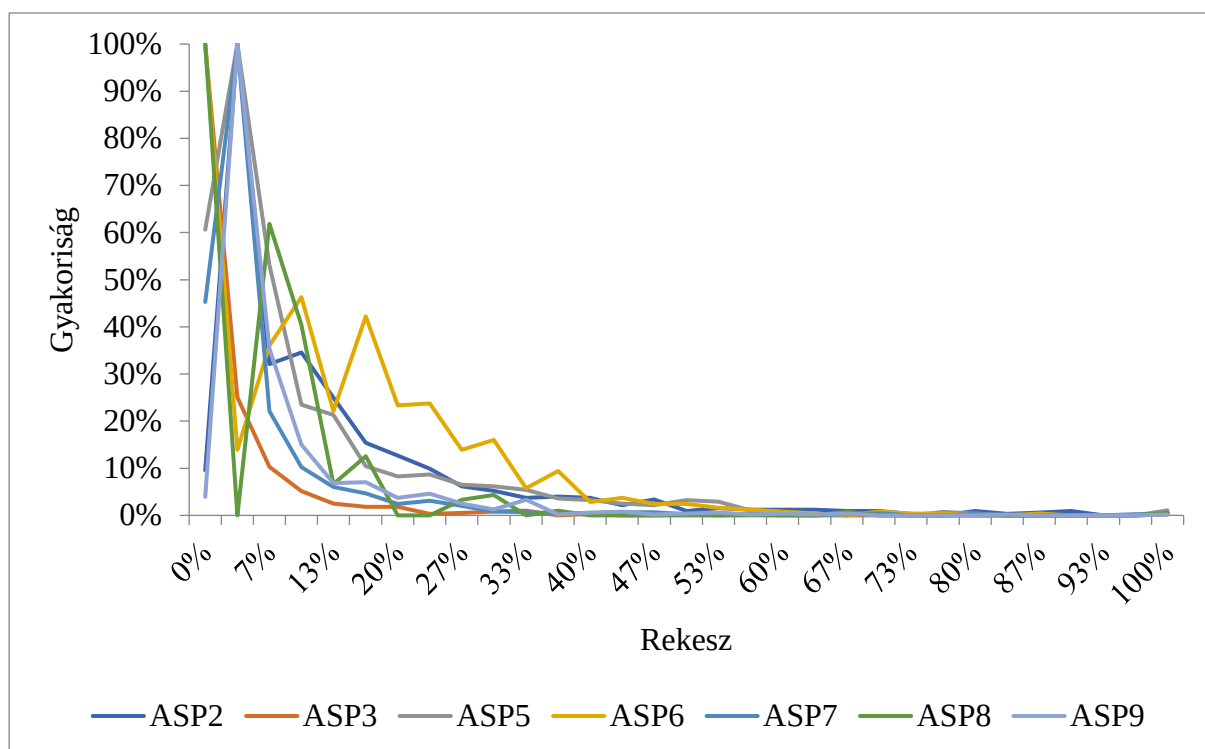
$$(6) \quad ASP_{4i}^* = 1 - \frac{ASP_{4i}}{MAX(ASP_4)}$$

A **19. ábra** a parkolás díjainak gyakoriságát mutatja a raszterekben. Megfigyelhető, hogy az első oszlop esetén kiemelkedő az érték, hiszen sok olyan raszter található, ahol ingyenes a parkolás. A belváros felé közeledve viszont a parkolási díjak megemelkednek. Emiatt nagyon sok olyan raszter lesz, ami ennek az aspektusnak eleget tesz és eléri az alkalmasság szempontjából kapható maximális értéket.



19. ábra: Negyedik aspektus gyakoriság diagramja

A többi aspektus (2, 3, 5-9) esetében nehezebb volt meghatározni a viszonyítási értéket, mivel a szempontok szerint a raszterek értékei Weibull-féle eloszlást követnek, gyakorisági értékük mindegyik felsorolt szempont esetén közel exponenciálisan csökken. Az eloszlásukat egy közös diagramon a **20. ábra** mutatja. A rekeszek száma az összes esetben ugyanannyi, így a rekeszeket egységesen százalék alapján vettem fel. A gyakoriság értékeket az adott szempont legnagyobb gyakoriságú rekesztartományához arányosítottam. Így az összes szempontot fel tudtam venni egy gyakoriság diagramban. Az egyes aspektusokhoz tartozó halmozott gyakoriság diagramok a valós gyakoriság értékeket megjelenítve a **28. melléklettől a 34. mellékletig** vannak ábrázolva.



20. ábra: Weibull eloszlást követő aspektusok (35. melléklet)

A tesztek alapján az igazolódott, hogy az eloszlásuk miatt nem érdemes a maximális értékhez arányosítani az egyes raszter elemeket, mert az jelentősen torzítaná az eredményt. Viszonyítási értéknek mind az öt esetben a 99%-os megbízhatósági szint mellett az átlag felső konfidencia határát vettem, ahogyan azt **(7)-es egyenlet** mutatja. Emiatt az alkalmassági rátához kiszámításához szükséges értékek kisebb tartományon belül vesznek fel értékeket és az ezt meghaladó kiugró értékek mind 100%-os értékelést érnek el.

$$(7) \quad ASP_{xi}^* = MIN \left(1; \frac{ASP_{xi}}{ASP_x + \Delta_{ASP_x}} \right)$$

4.2. Páros összehasonlítás mátrix

A modellben a szakértői preferenciák alapján konzulensemmel egyetértésben az alábbi fontossági besorolást alkalmaztam (**11. táblázat**). A megadott fontossági értékeket az első aspektushoz képest határoztuk meg, majd ez alapján kerültek kitöltésre a további cellák. A fontossági értékek az első oszlopban egyszerűen megfigyelhetők. A legfontosabb aspektus a becsült igény (ASP9), ami a csomagforgalom keltő modell kiszámítási módja miatt csak elvi alapon áll kapcsolatban a meglévő hálózattal. Ez okozza a kapacitások szükségét a raszterekben, így alkalmasság szempontjából abszolút fontosság jellemzi. Ezután következik a raszterbe érkező tömegközlekedő utasok száma (ASP6), ami azért ennyire fontos, hogy az automaták olyan helyre kerüljenek, ahol ez az érték magas. Ezt követi csak a raszterbe érkező személygépjárművek száma (ASP5) igazolt fontossággal. Ezekről az adatokról tudjuk, hogy

befolyásolják a csomagautomaták elhelyezkedését, mivel a vevők szeretik átvenni csomagjukat az utazásuk során, valamint mind a kettő dinamikus. Emiatt a tömegközlekedési megállók (ASP6) és a foglalkoztatottak száma a raszterekben (ASP8) alacsonyabb értékelést kapott, hiszen mindkét szempont helyhez kötött. A parkolás díja (ASP4) nem éri el az alapvető fontosság értékét, mivel a lakott területnek nyilvánított területekhez (ASP1) képest nem kiemelkedő az eltérés. Ugyanúgy a raszter lakosságának száma (ASP2) esetén sem, ami a gyenge fontossági érték alatti prioritást kapta. Végezetül a raszterben található térfigyelő kamerák száma (ASP3) a legkevésbé fontos aspektus, hiszen ez csupán biztonságtechnikai szerepet lát el a csomagautomaták kihelyezése szempontjából.

Látható tehát, hogy a mátrix egyes értékei valójában a transzponált mátrix értékeinek reciproka, azaz egy aspektus annnyival fontosabb egy másik aspektusnál, mint amennyire a másik kevésbé fontosabb nála. Tehát a fontos aspektusok sorában lévő értékek jellemzően magasak lesznek, míg az alacsony fontosságú sorok esetén fordítva.

11. táblázat: Páros összehasonlítás mátrix (értékelés)

	ASP1	ASP2	ASP3	ASP4	ASP5	ASP6	ASP7	ASP8	ASP9
ASP1	1	0,4	3	0,25	0,143	0,167	0,125	0,167	0,111
ASP2	2,5	1	7,5	0,625	0,357	0,417	0,313	0,417	0,278
ASP3	0,333	0,133	1	0,083	0,048	0,056	0,042	0,056	0,037
ASP4	4	1,6	12	1	0,571	0,667	0,5	0,667	0,444
ASP5	7	2,8	21	1,75	1	1,167	0,875	1,167	0,778
ASP6	6	2,4	18	1,5	0,857	1	0,75	1	0,667
ASP7	8	3,2	24	2	1,143	1,333	1	1,333	0,889
ASP8	6	2,4	18	1,5	0,857	1	0,75	1	0,667
ASP9	9	3,6	27	2,25	1,286	1,5	1,125	1,5	1

4.3. Alkalmassági ráta eredménye

Az alkalmassági ráta eredménye az AHP-ben a kiszámított, normált súlyok, illetve az aspektusok normált értékeinek szorzatösszegeként adódik. Az így eredményül kapott százaléértékek a raszterek alkalmassági rátáját adja meg a csomagautomaták telepítése szempontjából a valószínűsíthető forgalomkoncentrációhoz mérten. A fenti módszer alapján a korábban meghatározott szempontokra kiszámított súlyértékek az alábbi táblázatban láthatóak:

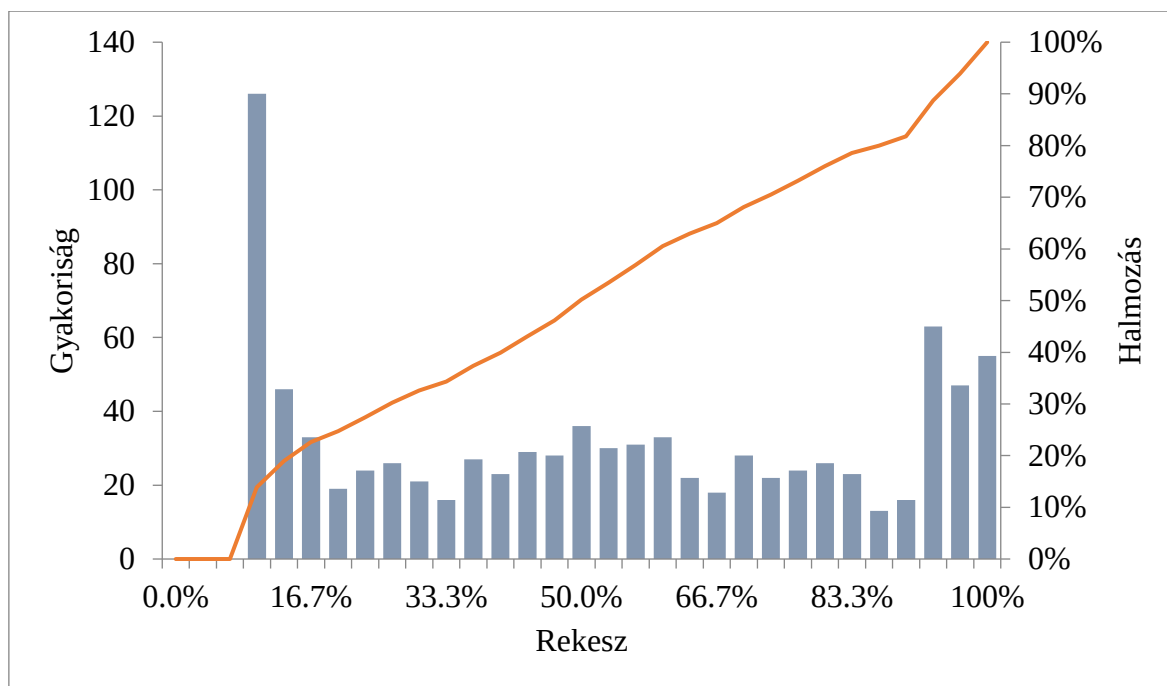
12. táblázat: Szempontok súlyértékei

WASP1	WASP2	WASP3	WASP4	WASP5	WASP6	WASP7	WASP8	WASP9
0,0228	0,0570	0,0076	0,0913	0,1597	0,1369	0,1825	0,1369	0,2053

Ahogy a csomagforgalom keltés esetén is tettem, az alkalmassági ráta értékének meghatározásához a kiszámított súlyértékeket az aspektusok normált értékével (ASP_x) kell beszorozni. Az alábbi képlet alapján az alkalmassági ráta ($AR\%$) kiszámítása. Ez az érték már a végeredményt adja, így további lépésre nincs szükség.

$$(8) \quad \sum_{x=1}^n (ASP_x \cdot w_{ASP_x}) = AR\%$$

Ha megfigyeljük az eredmények halmozott gyakorisági diagramját (**21. ábra**) azt láthatjuk, hogy egyenletes eloszlást követ. Ebből arra következtethetünk, hogy a Budapestre vetített raszterháló elemei alkalmassági szempontból változékonyak, tehát nagyjából hasonló arányban található a szempontrendszer alapján csomagautomaták telepítésére alkalmasnak ítélt, közepesen alkalmas, valamint alacsony alkalmassági rátával rendelkező raszter. A kiugró érték azon raszterek relatíve nagy számával magyarázható, amelyek Budapest külső zónáiban helyezkednek el, és a kilenc szempont közül egyik esetében sem „teljesítenek” jól.



21. ábra: Alkalmassági ráta halmozott gyakorisági diagramja (36. melléklet)

4.3.1. Eredmények osztályozása

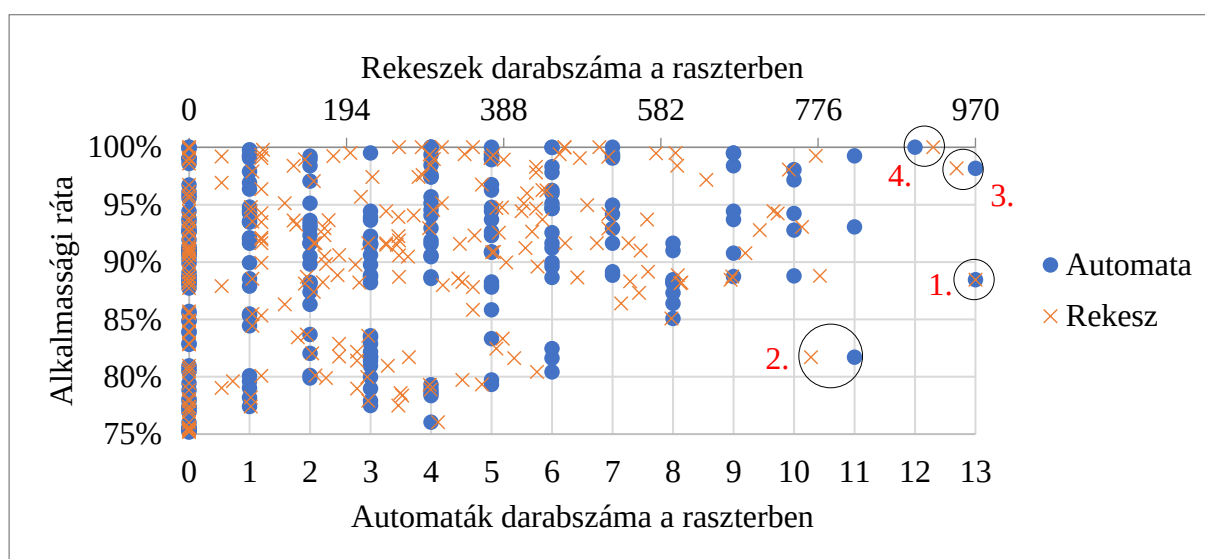
Az eredményül kapott alkalmassági ráták százalékos értéke alapján osztályoztam a rasztereket három kategóriába osztva őket (**23. ábra**). A kategóriák határát, az ennek megfelelő raszterszámot, a raszterekhez tartozó automaták számát, illetve az automaták rekeszszámát az alábbi táblázat mutatja. A táblázat „raszter” oszlopa kizárólag az automatával lefedett raszterek számát tartalmazza.

13. táblázat: Alkalmassági kategóriák

Kategória határok	Raszter	Automata	Rekesz
$< 50\%$	58	122	8779
$\geq 50\%, < 75\%$	96	308	21554
$\geq 75\%$	192	849	61412

Az első kategória az 50% alá eső raszterek, amik a felállított szempontrendszer alapján kevésbé alkalmasak csomagautomaták kihelyezésére. A második kategória az 50% és afeletti, de 75% alatti értékek, ahol a raszterek alkalmassága már elég magas ahhoz, hogy alacsony számban kapacitásokat lehessen kihelyezni. A harmadik kategória a minimum 75% alkalmasságot elérő raszterek, amelyek a legjobb eredményt kapták, ezáltal a legmegfelelőbbek az automaták kihelyezése szempontjából a valószínűsíthető csomagforgalmat tekintve.

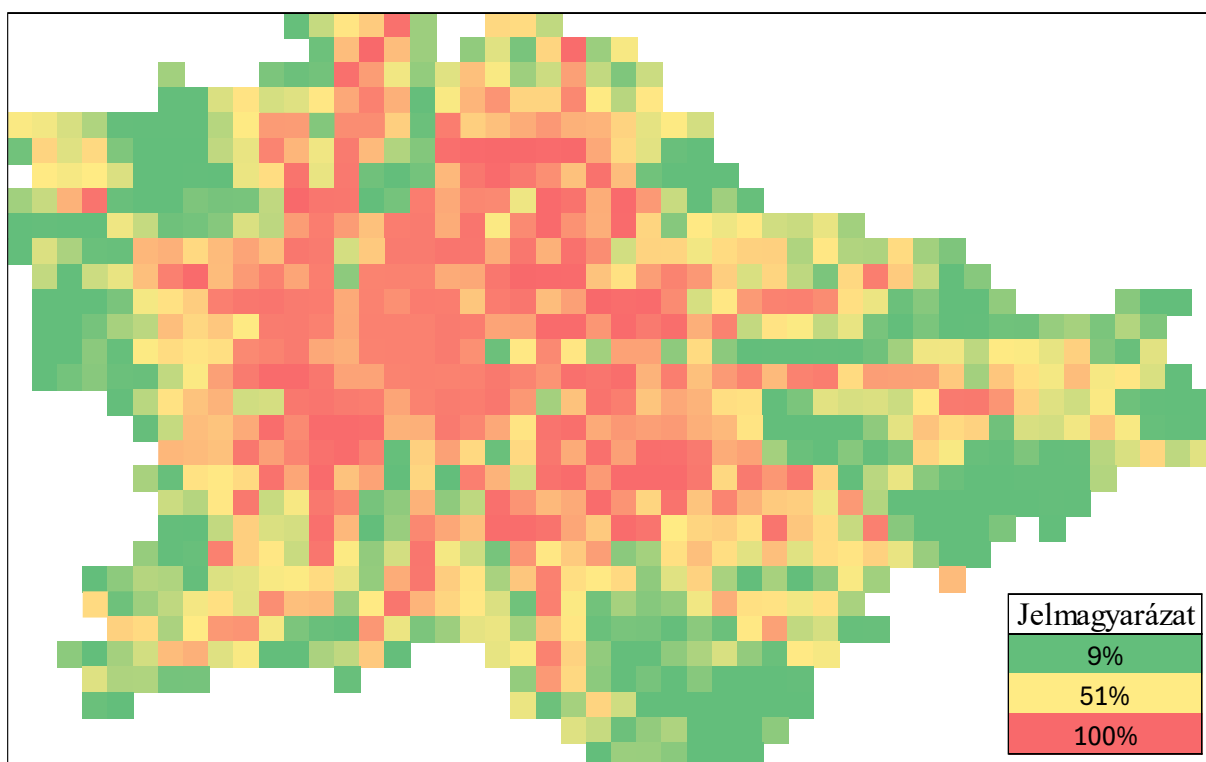
A kiépített hálózat vizsgálatához a raszterekben található automaták számát és a raszterek alkalmassági rátáit hasonlítottam össze. Ehhez egy pontfelhőn ábrázoltam a rasztereket jellemző adatokat (**37. melléklet**). Ezután megvizsgáltam azt is, hogyan változik a pontfelhő, ha az automaták száma helyett a rekeszek számával hasonlítom össze az alkalmassági rátát, hiszen a kihelyezett kapacitások eltérőek lehetnek (**38. melléklet**). A különbség az alábbi összehasonlító ábrán is látható.



22. ábra: Alkalmassági ráta összehasonlító pontdiagram

A diagramon a harmadik kategóriába eső raszterek automata- és rekeszszáma látható. Négy érdekesnek vélt rasztert emeltem ki a pontfelhőből, ezek az ábrán bekarikázva, piros sorszámmal ellátva lettek szemléltetve. Természetesen érdekes lehet más rasztereket is kiemelni és külön-külön vagy akár együttesen megvizsgálni. Ugyanakkor ezek a jelenségek előfordulhatnak a többi kategóriák esetén.

Az első megszámozott raszterben 13 automata található és itt a legnagyobb a rekeszszám is, összesen 970 darab. Tekintve, hogy mindkét tengely számozása ehhez a két maximum értékhez lett mérve, így az eltérések valós mértékeket mutatnak. Erre példát nyújt a második megszámozott raszter, ahol a 11 automata kapacitása relatíve alacsonynak tűnik (767 darab rekesz) a többi raszter automata kapacitásához képest. A harmadik és negyedik számozás esetén megfigyelhető, hogy bár az előbbinél 13 automata 947 rekesszel szerepel, az utóbbi esetén 12 automata kapacitása tesz ki 918 rekeszt. Emiatt az egy automata különbség esetükben csak 29 rekesznyit eltéréssel ér fel. Tehát kimondható, hogy a rekeszek jobban leírják a kihelyezett kapacitásokat, így az osztályzás szempontjából érdekesebb a vizsgálatuk. Amennyiben nem egy átlagos rekeszszám alapján számoltam volna ki a raszterekben lévő kapacitásokat, hanem a valós adatok ismeretében egy tényleges rekeszszámot adtam volna meg, sokkal pontosabb eredményt kaphattam volna. Ebből is látszik mennyire fontosak a valóságot minél jobban leíró adatok ahhoz, hogy a létrehozott modell a lehető legpontosabb eredménnyel tudjon szolgálni.

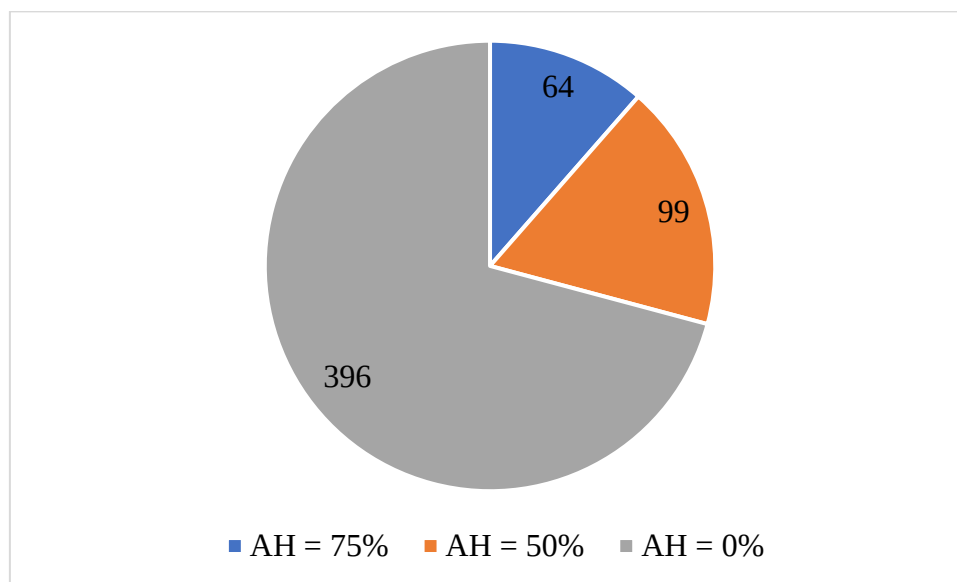


23. ábra: Alkalmassági ráta értékei a raszterben (39. melléklet)

Ha megfigyeljük a korrelációt az alkalmassági ráta értékei és a raszterekben kihelyezett csomagautomaták száma ($p = 0,548$), valamint a rekeszek mennyisége között ($p = 0,550$), akkor mind a két esetben közepes erősségű kapcsolatot fedezhetünk fel. A raszterösszegeket nézve az értékek kis mértékben mutatnak erősebb kapcsolatot az automaták száma ($p = 0,689$) és rekeszek mennyisége ($p = 0,686$) esetében is.

5. Konklúziók

A kategóriák alapján elválasztott pontfelhők alapján látható, hogy az organikusán kiépített hálózat viszonylag jól illeszkedik a multikritériumos modell eredményeül kapott alkalmassági rátához. A magas automata-, illetve rekeszszámú raszterek a harmadik kategóriába kerültek, azaz legalább 75%-ban megfeleltek az elvartaknak. Emellett viszont megfigyelhető az is, hogy az 50% alatti értékelést szerzett raszterekben is nagyobb számban található automaták, pedig még sok olyan raszter van, ahol nincs automata, de az alkalmassági ráta eléri a 75%-ot. Ahogyan azt az alábbi kördiagram (**24. ábra**) mutatja, az 559 lefedetlen raszterből – ahol az automaták száma nulla – 64 eléri az elvart legnagyobb kritérium szintet, 99 raszter esik az 50%-nál nagyobb, de 75%-nál kisebb értékű alkalmassági ráta tartományba és a maradék 396 raszter nem éri el a minimálisan megszabott elvárás szintjét.



24. ábra: Üres raszterek alkalmassági rátájának kördiagramja

Ha a kördiagram mellé megtekintjük a **13. táblázatot**, azt láthatjuk, hogy az első kategóriába 58 raszter került, mindössze 122 automatával és alacsonyabb, mint 50% alkalmassági rátával. A rendelkezésre álló, 75% feletti alkalmasságú 64 raszterbe ezek az automaták átcsoportosíthatóak lennének, mivel vélhetőleg – a modell eredményei alapján – ezekben a raszterekben nagyobb lenne rájuk az igény. Így kimondható, hogy bár a legtöbb lefedett raszter valóban alkalmas csomagautomata helyszíneként, sok olyan kihelyezett kapacitás van, ami nem az általam felállított szempontrendszer alapján lett kihelyezve, hanem vélhetőleg más okból kerültek az őket befoglaló raszterekbe. Itt kerülhetnek a képbe az eddigi telepítési szempontokat erősen meghatározó tényezők, miszerint jelenleg a szolgáltatók főként privát területeket érhetnek el a telepítés megvalósítására. Ilyenek például a benzinkutak, üzletek és bevásárlóközpontok által szerződéses keretek között biztosított helyszínek.

Ezek az eredmények tehát következhetnek a modellbe bevitt adatok (aspektusok) hiányosságából is, de azt sem nehéz elképzelni, hogy valóban más szempontokat vettek figyelembe a szolgáltatók az automaták kihelyezése során. Egyúttal elképzelhető az is, hogy a szabadon lévő helyért folyó küzdelemben már csak a „gyengébben megfelelő” raszterekben jutott az automaták számára hely és ha a szolgáltatók az eddig korlátozott közterületeket is bevonhatják a csomagautomaták telepítésébe (azaz kinyílnak a lehetőségek), akkor megtelnek a magas alkalmassági rátával rendelkező raszterek is. Mindenesetre azt is érdemes figyelembe venni, hogy a raszterben ébredő csomagforgalmi igényeket nem az automaták száma elégíti ki, hanem a bennük rejlő kapacitások, azaz a rekeszek száma (és mérete). Ha valóban konszolidáltan próbálnánk az igényeket kielégíteni, akkor a vizsgálat során az egy raszterbe kerülő automaták számát vélhetően csökkenteni kellene. A jelenlegi helyzet szerint van két olyan fél négyzetkilométeres terület is, ahol az igényeket 13 különálló automata látja el. Egy ekkora, rövid sétatávolságú területen vélhetően elegendő lenne néhány automata is, ami az igényeknek megfelelő méretezéssel van ellátva, így a kihelyezett kapacitások kihasználtsága javulhatna. Emellett, ha a szolgáltatók együttműködnének értékes városi területeket és akár másra is fordítható erőforrásokat spórolnánk meg, ráadásul ezzel számukra is kedvező hatás következne be, hiszen az együttműködéssel az automata hálózat üzemeltetésével járó költségek jelentős része csökkenne.

Az éves átlagos kapacitás kihasználtságot a tavalyi kutatásban 2 napos csomagforgási sebességgel 25%-ra becsültem. Az idei adatokkal és a bővített modellel számolva ez az érték megnövekedett 36%-ra. A modell természetesen változott, így ez befolyásolhatja az eredményeket, ugyanakkor a változás lehetett amiatt is, mert a csomagrendelések száma kétszeresére nőtt, a kihelyezett automaták száma viszont kevesebb mint a harmadával bővült. Ezek kapacitása nem igazán tudja kiegyensúlyozni az igényhez képest való lemaradást, emiatt is tapasztalhatunk növekedést a kihasználtsági értékben. Ugyanakkor többször előfordul, hogy egy csomagrendelő applikáción történő akció miatt a rendelések száma többszörösére nő, így a kapacitások megtelnek. Ha nyílt hálózatként tekintenénk a jelenlegi rendszerre, akkor az összesített kapacitásokkal, illetve a gyakori automata kezelésekkal ezt egyensúlyozni lehetne. Ezt a koncepciót, mint egy pilotként alkalmazni lehetne egy adott célterületen megfigyelve a változást és ezek alapján következtetéseket levonni költség és kapacitás szempontjából, illetve arról, hogy mennyire megvalósítható az együttműködés operációs és informatikai szinteken.

5.1. További kutatások

A szekunder adatforrások nagyban befolyásolják a modell eredményességét, így a további kutatás fontos részét képezi majd a lehető legpontosabb adatok összegyűjtése annak érdekében, hogy a modell minél pontosabban tükrözze a valóságot. Emellett más különböző aspektus felvételével is megfigyelhető az alkalmassági ráta változása, illetve a modell más-más inputra adott outputjai közötti különbség.

Ezeket az új aspektusok általi változásokat érdemes lenne tovább vizsgálni, összevetve az eddigi eredményekkel és az értékelés során kapott meglátásokkal. A jövőbeli kutatás egyik alapja lehet a rasztereken belüli optimális csomagautomata elosztás kérdése. Az egy raszterbe kerülő automaták számát csökkenteni lehetne, helyette pedig a megfelelő kapacitás elérésére kellene törekedni annak érdekében, hogy az igényeket konszolidáltan el lehessen látni. A pontos igények ismeretében egy szimulációs modell létrehozásával megfigyelhető lenne a konszolidálást követő változás az együttműködési és újratervezési modell alapján is. Ha az alkalmassági ráta alapján újraosztanánk a jelenlegi hálózat egységeit a **25. ábra** alapján változna a raszterekben lévő csomagautomaták száma. Az első négyzet a belvárosi kerületeket mutatja raszterre osztva, a második négyzet a jelenlegi automaták elhelyezkedését és mennyiségét ábrázolja, a harmadik pedig az alkalmassági ráta alapján egyenletesen elosztott automata számot.

2	2	3	3	13	13	13	13	13	0	2	3	0	0	6	3	5	1	2	3	3	1	2	3	3	3	3
2	2	2	13	13	13	13	13	14	0	0	0	0	0	13	8	3	0	3	2	3	1	3	3	3	2	2
2	2	2	5	13	6	6	6	14	0	8	6	0	2	6	0	0	0	3	3	3	2	3	2	3	3	2
12	1	1	5	5	6	7	7	7	0	2	4	0	3	9	0	4	9	3	3	3	2	3	3	3	3	3
12	1	1	1	5	7	8	8	8	1	7	2	0	6	7	10	1	11	3	3	2	2	3	3	3	3	2
12	11	1	1	11	9	8	8	8	0	7	0	0	2	8	3	4	0	3	3	3	2	2	3	3	3	3
11	11	11	11	11	11	9	9	9	0	0	1	2	8	0	8	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3	3
11	11	11	11	11	11	9	9	9	6	5	5	2	9	0	0	3	8	3	2	3	3	3	2	2	3	2
11	11	11	11	11	11	9	9	9	4	8	5	2	5	0	2	1	1	2	2	3	3	3	0	2	2	2

25. ábra: Újratervezési modell alakulása

Egy másik kérdés az automaták optimális elhelyezésének kérdése, azaz, hogy ehhez milyen szempontokat követve kellene az alkalmasságot megvizsgálni és az alapján kiválasztani a kihelyezett kapacitások megfelelő helyét (azaz a pontos pozícióját) a raszterekben. A fenti ábra szemléltetésként szolgál és csak az automaták számát osztja szét egyenletesen, míg a valóságban a kapacitásokat kellene megfelelően elhelyezni úgy, hogy azok a raszteren belül a kialakított szempontrendszer alapján el tudják látni az igényeket, illetve szükség esetén bővíthetők legyenek.

Ábrajegyzék

1. ábra: Hierarchia modell felépítése	8
2. ábra: Költségek típusai	11
3. ábra: Telepítéssel járó költségek	12
4. ábra: Fenntartási költségek	13
5. ábra: Együttműködési modell	15
6. ábra: Újratervezési modell	16
7. ábra: Súlyértékek kiszámításának lépései	19
8. ábra: Területhasználat (weboldal: geojson.io)	21
9. ábra: Raszterháló kialakítása (weboldal: geojson.io)	22
10. ábra: Csomagautomaták száma országosan (forrás: GKID)	23
11. ábra: Automaták száma a raszterekben (1. melléklet)	24
12. ábra: Rekeszek száma a raszterekben (4. melléklet)	25
13. ábra: Csomagautomaták eloszlása	26
14. ábra: Raszterösszegek eloszlása	27
15. ábra: Szóródási mutatók (2023)	29
16. ábra: Szóródási mutatók (2024)	29
17. ábra: Megjelenített forgalmi adatok (forrás: EFM)	32
18. ábra: Raszterekben ébredő becsült csomagforgalmi igények (26. melléklet)	37
19. ábra: Negyedik aspektus gyakoriság diagramja	40
20. ábra: Weibull eloszlást követő aspektusok (35. melléklet)	41
21. ábra: Alkalmassági ráta halmozott gyakorisági diagramja (36. melléklet)	43
22. ábra: Alkalmassági ráta összehasonlító pontdiagram	44
23. ábra: Alkalmassági ráta értékei a raszterben (39. melléklet)	45
24. ábra: Üres raszterek alkalmassági rátájának kördiagramja	46
25. ábra: Újratervezési modell alakulása	48

Táblajegyzék

1. táblázat: Összehasonlítási szempontok.....	19
2. táblázat: Automaták számának változása Budapesten (2023-2024).....	23
3. táblázat: Átlagos rekeszszámok méret alapján	25
4. táblázat: Parkolási zónák	33
5. táblázat: Csomagforgalom változása (db/év).....	34
6. táblázat: Budapest és vonzáskörzetének lakossága (fő)	35
7. táblázat: Becsült fővárosi csomagforgalom (db/év)	35
8. táblázat: Páros összehasonlítási mátrix (igénybecslés)	36
9. táblázat: Szempontok súlyértékei (igénybecslés).....	36
10. táblázat: Korrelációs mátrix.....	38
11. táblázat: Páros összehasonlítás mátrix (értékelés)	42
12. táblázat: Szempontok súlyértékei	42
13. táblázat: Alkalmassági kategóriák	44

Hivatkozások

- [1] Parcel Pending, „What is an Open Locker Network?,” [Online]. Available: <https://www.parcelpending.com/en-us/blog/what-is-an-open-locker-network/>
- [2] K. Dr. Bóna, „Szállítási logisztika - City logisztikai projektek”.
- [3] Z. T. Uglik, „Metrikák és kapcsolódó indikátorok definiálása a city logisztikában használt csomagautomata topológiák térbeli tulajdonságainak értékelésére,” 11. 2023.. [Online]. Available: <https://tdk.bme.hu/conference/KJK/2023/sessions/LOG6/paper/Metrikak-es-kapcsolodo-indikatorok-definialasa>
- [4] MilyTech, „Finding the Perfect Fit: Open vs. Closed Parcel Locker Networks,” Május 2023.. [Online]. Available: <https://www.milytech.com/news/open-vs-closed-parcel-locker-networks>
- [5] M. Richmond, „Why agnostic parcel locker networks aren't everywhere,” Augusztus 2022.. [Online]. Available: <https://www.doddle.com/blog/why-agnostic-parcel-locker-networks-arent-everywhere/>
- [6] T. L. Saaty, „A scaling method for priorities in hierarchical structures,” 07. 1977.. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022249677900335>
- [7] S. Moslem és F. Pilla, „A hybrid decision making support method for parcel lockers location selection,” 09. 2023.. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885923000604>
- [8] O. Kaiser, „A Vinted akciója miatt használhatatlanná vált a FoxPost, a cég szerint az elmúlt napokban „szökőárszerű terhelés éri a rendszerüket,” Április 2024.. [Online]. Available: <https://telex.hu/gazdasag/2024/04/23/foxpost-csomagfeladas-automata-hasznalhatatlan-vinted-ingyenes-szallitasi-akcio>
- [9] G. Ditróy és R. Pásztor, „A csomagszállítás jövője? – Ma még többen várják inkább, pedig tud várni a csomag is,” 07. 2021.. [Online]. Available: <https://www.portfolio.hu/ingatlan/20210721/a-csomagszallitas-jovoje-ma-meg-tobben-varjak-inkabb-pedig-tud-varni-a-csomag-is-493292>

- [10] I. Kerr és M. Rózycki, „Why carrier-agnostic parcel lockers are the future?,” 04. 2019.. [Online]. Available: <https://www.parcelandpostaltechnologyinternational.com/analysis/why-carrier-agnostic-parcel-lockers-are-the-future.html>
- [11] Postal Hub Podcast, „DHL announces open parcel locker network OneStopBox,” Március 2024.. [Online]. Available: <https://www.thepostalhub.com/blog/dhl-onestopbox-parcel-locker>
- [12] Origo, „Újabb csomagküldő cégnél vannak problémák, egyre nagyobb a gond,” 10. 2024.. [Online]. Available: <https://www.origo.hu/gazdasag/2024/10/csomagkuldo-szolgalatas-sameday-packeta>
- [13] GKID Research & Consulting, „Digitális Kereskedelmi Körkép 2024 / I.,” 2024.. [Online]. Available: https://gkid.hu/wp-content/uploads/GKID-MC_DKK-public-summary-2024-I_HUN.pdf
- [14] Belügyminisztérium Nyilvántartások Vezetéséért Felelős Helyettes Államtitkárság, [Online]. Available: <https://nyilvantarto.hu/hu/statisztikak?stat=kozerdeku>
- [15] A. Bátorfy, „Budapest Open Data Atlasza,” 2023.. [Online]. Available: <https://atlo.team/boda/>
- [16] GKID Research & Consulting, „Digitális Kereskedelmi Körkép 2023/ I.,” 2023.. [Online]. Available: https://gkid.hu/wp-content/uploads/GKID-MC_DKK-publicus-riport-2023-I.pdf
- [17] Parcel Pending, „Quadient’s Open Parcel Locker Network Selected as Partner for UPS Access Point Expansion in the UK,” December 2023.. [Online]. Available: <https://www.parcelpending.com/en-us/blog/quadients-open-parcel-locker-network-selected-as-partner-for-ups-access-point-expansion-in-the-uk/>
- [18] International Post Corporation, „Open or closed networks? Let’s talk parcel lockers,” Július 2022.. [Online]. Available: <https://www.ipc.be/services/markets-and-regulations/e-commerce-market-insights/e-commerce-articles/parcel-lockers-2022>
- [19] T. Coates, „How Much Do Lockers Cost? A Comprehensive Guide to Locker Prices,” 04. 2023.. [Online]. Available: <https://www.clickncollect.com/blog/how-much-do-smart-lockers-cost>