

NEMZETI KÖZSZOLGÁLATI EGYETEM

Rendészettudományi Doktori Iskola

TÉZISFÜZET

Felföldi Péter

**A MIKROMOBILITÁS KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI ELEMZÉSE BUDAPEST
TEKINTETÉBEN KÖZLEKEDÉSRENDSZETI SZEMPONTBÓL**

Témavezető: Dr. Major Róbert PhD. r. ezredes

Budapest, 2026

Tartalom

1. A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA.....	3
2. HIPOTÉZISEK	5
3. A KUTATÁS CÉLJA	6
4. A KUTATÁS SORÁN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK	7
5. AZ ELVÉGZETT KUTATÁS ÉS EREDMÉNYEI	10
5.1. Szakértői interjúk.....	10
5.2. Longitudinális forgalmi vizsgálat.....	10
5.3. Mikromobilitási baleseti adatok és trendek	11
5.4. A „Safety in Numbers” elv vizsgálata.....	11
5.5. Infrastruktúra és baleseti kockázat	12
5.6. Csomóponti balesetek időbeli változása	12
5.7. Térinformatikai eredmények	13
6. ÖSSZEGZÉS.....	14
6.1. A disszertáció fejezeteinek rövid bemutatása	14
6.2. A hipotézisek összegző értékelése.....	14
6.3. Új tudományos eredmények	15
6.4. A kutatási eredmények gyakorlati hasznosíthatósága.....	16
6.5. További fejlesztési javaslatok.....	16
7. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS BENYÚJTÓJÁNAK A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉKE	18
8. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS BENYÚJTÓJÁNAK SZAKMAI TUDOMÁNYOS ÉLETRAJZA	21

1. A TUDOMÁNYOS PROBLÉMA MEGFOGALMAZÁSA

Budapest kerékpáros és motorizált közlekedése az elmúlt két évtizedben jelentős átalakuláson ment keresztül. A környezetbarát és aktív közlekedési módok térnyerése közlekedéspolitikai szempontból már a 2000-es évek elejétől kezdve kívánatos célként jelent meg, miközben a kerékpáros közlekedés feltételei a 2020-as évek elejétől a fővárosban a korábbiaknál gyorsabban javultak. Ezzel párhuzamosan a városi mikromobilitásban új szereplők, mindenekelőtt az elektromos rollerek jelentek meg és a forgalmi részarányuk intenzíven emelkedni kezdett. A folyamat számos, korábban a hazai tudományos kutatásokban kevésbé vizsgált kérdést vetett fel a budapesti forgalom és közlekedésbiztonság alakulásával kapcsolatban.

A kutatás egyik alapvető problémája, hogy a hazai nemzeti és fővárosi stratégiák szerint is kívánatos mobilitási és közlekedésbiztonsági célok teljesülésének megítéléséhez hosszabb távú, összevethető forgalmi és baleseti adatokra van szükség. Jelen kutatásban feltárható volt, hogy Budapesten ezek az adatok több forrásból származnak, amelynek megismerése azonban csak hosszas rendszerező munkával volt lehetséges. Ebből következően az adatgyűjtés, kiértékelés és rendszerezés idő- és energiaigényes feladat volt. Külön problémát jelent, hogy egyes helyszínekről, illetve a mikromobilitási közlekedés szereplőiről nem áll rendelkezésre mért és publikált hosszú távú adatsor, ezért saját empirikus forgalomfelvétellekre is szükség volt. Az elektromos rollerek térnyerése a 2010-es évek második felétől vált látványossá, miközben biztonsági kérdéseiket Magyarországon egészen a dolgozat 2026-os elkészültéig nem vizsgálták ilyen időtávlatban.

A kutatás további meghatározó problémája az adatok minősége. A dolgozat alapfeltevése szerint a következtetések megbízhatósága közvetlenül függ a felhasznált bemenő adatok megbízhatóságától. Ezért a kutatás során a különböző adatforrások, úgy, mint a BRFK-tól beszerezett és kutatott baleseti adatok, egyéb baleseti adatbázisok, más közlekedésrendészeti források, szakirodalmi források, szakértői interjúk és saját forgalomfelvételek relevanciáját, megbízhatóságát és pontosságát is vizsgálni kellett.

A kutatás központi iránya ezért a budapesti mikromobilitási közlekedés forgalmi és közlekedésbiztonsági folyamatainak hosszabb távú, empirikus vizsgálatát jelentette. A rendelkezésre álló adatok lehetővé teszik a mikromobilitási közlekedés forgalmi és baleseti trendjeinek összevetését, a balesetek tulajdonságainak és térbeli eloszlásának vizsgálatát, valamint a baleseti gócpontok azonosítását. Ezek alapján következtetések vonhatók le a közlekedésbiztonság és az infrastruktúra-fejlesztések további lehetséges irányairól.

A tudományos probléma része annak vizsgálata is, hogy a budapesti folyamatok mennyiben felelnek meg a nemzetközi szakirodalomban azonosított trendeknek, különösen a kerékpáros forgalom és a balesetek kapcsolatát leíró „Safety in numbers” elvnek. A kutatás ezáltal nemcsak a forgalom és a balesetek változását vizsgálja, hanem azt is, hogy a rendelkezésre álló empirikus adatok alapján milyen közlekedésbiztonsági következtetések vonhatók le a budapesti mikromobilitási rendszer fejlődésével kapcsolatban.

2. HIPOTÉZISEK

H1 – A budapesti kerékpáros közlekedésbiztonság és a forgalomváltozás vizsgált időszak alatt bekövetkezett trendje nem elégséges ahhoz, hogy Budapesten a kerékpározás részaránya a közlekedési stratégiának (Budapesti Mobilitási Terv) megfelelően alakuljon.

H2 – A budapesti mikromobilitási forgalom nagysága 2010 (az első automata kerékpárszámláló átadása) óta intenzívebben növekszik, mint a mikromobilitási eszközök részvételével bekövetkezett balesetek száma.

H3a – A szeparált mikromobilitási infrastruktúrákon bekövetkező balesetek aránya magasabb, mint a mikromobilitás számára integrált motorizált infrastruktúrákon.

H3b – A gyalogosokkal közös felületeken bekövetkező balesetek súlyossági megoszlása kedvezőtlenebb, mint a mikromobilitás számára integrált motorizált infrastruktúrákon bekövetkező baleseteké.

H3c – Az elsősorban motorizált közlekedés számára kialakított felületeken bekövetkező balesetek súlyossági megoszlása kedvezőtlenebb, mint a mikromobilitás számára integrált motorizált infrastruktúrákon bekövetkező baleseteké.

H4 – A mikromobilitási eszközök részvételével bekövetkező balesetek között a csomópontokban bekövetkező balesetek aránya a vizsgált időszakban csökkenő tendenciát mutat.

3. A KUTATÁS CÉLJA

A kutatás központi célja a budapesti mikromobilitási közlekedés forgalmi és közlekedésbiztonsági folyamatainak hosszabb távú, empirikus vizsgálata, a rendelkezésre álló forgalmi és baleseti adatok, valamint a tématerületen dolgozó szakértők tapasztalatainak felhasználásával.

1. A kutatás legfőbb célja a budapesti mikromobilitási forgalom és közlekedésbiztonság időbeli változásának feltárása és a rendelkezésre álló forgalmi adatok alapján a hosszabb távú trendek azonosítása.

2. Cél ezen belül a budapesti mikromobilitási eszközök és kerékpárosok részvételével bekövetkező közlekedési balesetek adatainak megismerése, rendszerezése és elemzése, különös tekintettel a balesetek számának, súlyosságának és időbeli alakulásának vizsgálatára.

3. A vizsgálat hangsúlyos célja az is, hogy a budapesti forgalmi és baleseti trendek megfelelnek-e a „Safety in numbers” elv által megfogalmazott összefüggésnek, vagyis a mikromobilitási forgalom növekedésével milyen arányban változik a baleseti kockázat.

4. Szintén jelentős cél a különböző infrastruktúratípusokon bekövetkező balesetek vizsgálata, ezen belül a motorizált forgalomtól szeparált, a gyalogosokkal közös, valamint a motorizált közlekedéssel integrált infrastruktúrák baleseti és súlyossági jellemzőinek összevetése.

5. Fontos kitűzött cél a mikromobilitási eszközök részvételével bekövetkező balesetek térbeli eloszlásának vizsgálata és a baleseti gócpontok azonosítása, amelyek alapján a közlekedésbiztonsági beavatkozások lehetséges helyszínei kijelölhetők.

6. Cél a budapesti mikromobilitási folyamatok értelmezésének kiegészítése szakértői interjúkkal, különös tekintettel a modal split alakulására, annak mérési és értelmezési korlátaira, valamint a közlekedéspolitikai és infrastrukturális feltételekre.

7. Továbbá célkitűzés annak feltárása is, hogy a rendelkezésre álló adatforrások milyen korlátokkal használhatók a mikromobilitási trendek és a közlekedésbiztonsági folyamatok vizsgálatára, illetve milyen fejlesztési irányok jelölhetők ki a további adatgyűjtés és elemzés számára.

4. A KUTATÁS SORÁN ALKALMAZOTT MÓDSZEREK

A budapesti mikromobilitási közlekedés kutatása során a forgalmi és közlekedésbiztonsági folyamatok vizsgálatához kvalitatív és kvantitatív módszereket egyaránt alkalmaztam. A kvalitatív megközelítés célja a kvantitatív adatokkal nem feltárható folyamatok, ismeretanyag, szempontok megismerése, elsősorban szakértői interjúk segítségével. Kvalitatív, máshogy nem megismerhető információforrás volt ezen kívül a rendőrségi baleseti jelentések történeti tényállásainak megismerése is, amelyből származtattam számszerűsíthető információkat is. A kvantitatív vizsgálatok elsődleges alapját a forgalmi adatok, a rendőrségi baleseti jelentések számszerűsíthető adatai és az ezekből létrehozott, statisztikai elemzésre alkalmas adatbázisok képezték.

1. Kvalitatív kutatás: négy szakértővel készültek egyenként nagyjából egy órás interjúk. Tóth Katalin, Bereczky Ákos, Vágány András és Kürti Gábor szakmai háttere eltérő nézőpontokat biztosított a budapesti mikromobilitási közlekedés fejlődése, a forgalomszervezés, a modal split és a közlekedéspolitikai folyamatok vizsgálatához. Bereczky Ákossal és Vágány Andrással 2021-ben és 2025-ben is készült interjú, ami lehetővé tette a szakértői álláspontok időbeli összevetését, ezáltal a 2030-as fővárosi közlekedésstratégiai célokhoz közelítve (5%-os távolságalapú, illetve 10%-os utazásszám-alapú modal split) lehetőségük volt a folyamatok alaposabb kommentálására és a saját álláspontjuk felülbírálására is. Az interjúk mind a hat esetben előre elkészített, strukturált interjúterv alapján, de nem szigorúan kötött formában készültek, és mindegyikről leirat is készült a dolgozat mellékletében.

2. Rendőrségi baleseti adatok feldolgozása. A kutatás alapvető adatforrását a Budapesti Rendőr-főkapitányság Közlekedésrendészeti Főosztályán kikutatott, anonimizált, kisjelentésekre alapozott táblázatok képezték. A kisjelentésekből származó adatokat Excel-táblázatba rendeztem, majd statisztikai elemzéshez megfelelő módon kódoltam és strukturáltam. A balesetek jelentéseiből és más, velük kapcsolatos dokumentumokból, fotókból, tanúvallomásokból származtatott adatok is készültek, többek között időbeli, súlyossági és résztvevői jellemzők feltárása érdekében.

3. Saját forgalomfelvételek elkészítése. Budapest belvárosában, a József körút és a Pál utca/Nap utca csomópontjában 2020 novemberétől 2025 decemberéig háromhavonta ismételt személyes forgalomszámlálást végeztem, amelyet 2025 decemberében sem hagytam abba, azóta is 3 havonta elvégzem ezeket ugyanazon módszertan alapján. A mérések során a motorizált és mikromobilitási közlekedőket, valamint az egyes mikromobilitási eszközök pontos arányát is

regisztráltam. A mérés teljes keresztmetszetre, mindkét irányra, és minden közlekedési infrastruktúrára vonatkozott, kivétellel a villamosok és a gyalogosok forgalomnagyságára. Ugyanakkor a motorizált és mikromobilitási közlekedők elhaladását irányok szerint rögzítettem a villamospályán is, mint szabálytalan helyen közlekedőket. Amennyiben nem volt szabálytalan (pl. megkülönböztetett jelzést használó), akkor a normál közúti közlekedéshez került rögzítésre az ott haladó jármű is. A 21 mérési alkalom összesen 504 óra megfigyelést és 421 392 megfigyelt közlekedőt eredményezett, amelyből sokféle tendencia megfigyelése vált lehetővé, elsősorban a kerékpársáv kihasználtsága a Nagykörúton, valamint az elektromos rollerek részarányának növekedése 2020-tól kezdődően.

4. Automatikus forgalomszámlálók adatainak elemzése. A budapesti mikromobilitási forgalom hosszabb távú változásának vizsgálatához az automatikus kerékpáros forgalomszámláló berendezések adatait használtam fel, amelyek működésükből kifolyólag bármelyik elhaladó járművet érzékelik, azonban mivel az általam vizsgált forgalomszámlálók mindegyike mikromobilitási infrastruktúrán került kialakításra, emiatt az általuk mért járművek alapesetben mikromobilitási eszközök. A legrégebbi, 2010 óta működő Múzeum körúti számláló adatai mellett az évek során egyre több, az adatszolgáltatásba bekapcsolódó további mérőpont adatai is rendelkezésre álltak, amelyeket rendszeres időközönként monitoroztam, és az adatokat értékeltem. A források nem tekinthetők a teljes budapesti mikromobilitási forgalom reprezentatív felmérésének, azonban a rendelkezésre álló legszélesebb körű adatforrások, amelyekkel hosszú távú, napi, heti, havi vagy éves szintű bontásokban longitudinális trendek vizsgálata vált lehetővé.

5. Statisztikai elemzések készítése. A rendőrségi baleseti adatokat strukturált, kódolt adatbázissá alakítottam Excel táblázatkezelő szoftverben, az adatokat tisztítottam, átkódoltam *.csv fájlba, amely így már lehetővé tette az SPSS-ben történő statisztikai elemzést. Az egyes hipotézisek vizsgálatához az SPSS-t használtam elsődleges elemzőszoftvernek, a dolgozatban alkalmazott statisztikai eljárások alkalmazása ebben történt meg, többek között keresztábrák és khi-négyzetes vizsgálatok, valamint logisztikus regresszió, melyekből egyértelmű válaszokat lehetett kapni a szignifikanciára. A H4 vizsgálatánál például a csomópont/szakasz bináris változó és a baleset éve közötti kapcsolatot logisztikus regresszióval vizsgáltam, mindig azt a próbát igénybe véve, ami az adott változó jellegéből fakadóan a megfelelő választ tudta adni a szignifikanciára.

6. Térinformatikai elemzés elvégzése. A balesetek helyszíneinek pontos koordinátáit a baleseti hely címe és a leírásban szereplő, vagy abból kikövetkeztethető helyszín alapján pontosan egyenként azonosítottam, majd a Google Maps-ből kimásolt koordinátákat az elkészült Excel-tábla egyik oszlopában tároltam minden résztvevő sorában. A koordinátákat térinformatikai adatbázisban használtam fel. A QGIS térinformatikai szoftverben végzett elemzés lehetővé tette a balesetek térbeli eloszlásának és a baleseti gócpontoknak a vizsgálatát. A módszer részeként a baleseti adatbázisban szereplő külön-külön szempontok szerint vizsgált több mint 110 tulajdonság térbeli elemzéshez kapcsolható.

5. AZ ELVÉGZETT KUTATÁS ÉS EREDMÉNYEI

A kutatás eredményei a kvalitatív szakértői vizsgálatok, a saját longitudinális forgalomszámlálások, az automatikus forgalomszámlálók adatainak elemzése, a BRFK-tól származó baleseti adatok feldolgozása, a statisztikai elemzések és a térinformatikai vizsgálatok együttes eredményeire épülnek. A következő alfejezetekben a kutatási kérdések és hipotézisek szempontjából legfontosabb eredmények kerülnek összefoglalásra.

5.1. Szakértői interjúk

A négy szakértői interjú alapján a budapesti mikromobilitás fejlődését nem írhatjuk le lineáris folyamatként, hanem az infrastruktúra-ellátottság, a politikai döntéshozatal, a történeti adottságok, a társadalmi percepció és az adatalapú elemzési lehetőségek együttes hatása jellemzi. A legerősebb szakértői konszenzus az infrastruktúra meghatározó szerepével kapcsolatosan alakult ki. Álláspontjaik szerint összefüggő hálózat és biztonságos infrastruktúra nélkül a mikromobilitási forgalom érdemi növekedése nem tud bekövetkezni.

Az interjúk egybehangzóan rámutattak a modal split mérésének, a forgalmi adatok gyűjtésének és értelmezésének bizonytalanságaira is. A szakértők szerint a mérési módszerek időbeli változása, a mintavétel korlátai, a mikromobilitás fogalmi meghatározásának bizonytalanságai és az adatok térbeli elhelyezhetőségének hiányosságai nehezítik a hosszú távú trendek megbízható értelmezését.

A H1 hipotézist a szakértők egyhangúan erősen támogatták. Megítélésük szerint a Budapesti Mobilitási Tervben meghatározott 5%-os távolságalapú és 10%-os utazásszám-alapú 2030-as célok eléréséhez a jelenlegi folyamatok és a korábbi növekedési trendekből kiolvasható változási sebesség nem elegendő. A longitudinális interjúk alapján Bereczky Ákos és Vágány András álláspontjában is változás volt megfigyelhető 2021 és 2025 között, elsősorban a célérték százalékos megvalósulásával kapcsolatos bizonytalanság növekedése irányában.

5.2. Longitudinális forgalmi vizsgálat

A József körút és a Pál utca/Nap utca csomópontjában végzett, háromhavonta ismételt forgalomszámlálás lehetővé tette a mikromobilitási forgalom részarányának és összetételének hosszú távú vizsgálatát. A 21 mérési alkalom összesen 504 óra megfigyelést és 421392 megfigyelt közlekedőt eredményezett.

A vizsgálat alapján a mikromobilitási forgalom részaránya a vizsgált keresztmetszetben hosszabb távon növekedett. A 2020 utáni időszakban különösen az elektromos rollerek részarányának növekedése vált meghatározóvá, miközben a kerékpársáv és a szembe haladó irányban a járdára felvezetett osztott gyalog- és kerékpárút kihasználtsága is vizsgálhatóvá vált.

5.3. Mikromobilitási baleseti adatok és trendek

A BRFK Közlekedésrendészeti Főosztályán végzett kutatás eredményeként létrejött egy 7057 soros, soronként 119 különböző attribútumot tartalmazó baleseti adatbázis, melyben minden sor egy mikromobilitási eszközt is érintő baleset valamelyik résztvevőjének adatait tartalmazza. Az adatbázis a 2011. január 1. és 2023. december 31. között Budapesten történt, személyi sérüléssel járó és helyszíni szemlével vizsgált mikromobilitási balesetek adatait tartalmazza, és ahol erre lehetőség volt, a később feltárt információkat is rögzíti.

A baleseti adatok vizsgálata alapján a mikromobilitási balesetek hosszabb távú alakulásában különösen az elektromos rollerek megjelenése és gyors elterjedése jelent változást. A 2020-as évektől az elektromos rolleres balesetek száma intenzíven növekedett, miközben a mikromobilitási forgalom növekedése ennél mérsékeltebb volt.

A 2015-ös adatsor korábbi hibájának feltárása és korrekciója megváltoztatta a hosszú távú baleseti trend értelmezését, és a korábbi eredményekhez képest hitelesebb trendvonal kialakítását tette lehetővé.

5.4. A „Safety in Numbers” elv vizsgálata

A forgalmi és baleseti adatok 2011-es bázisévhez viszonyított összevetése alapján a vizsgált trendek nem támasztják alá a „Safety in Numbers” elv érvényesülésére vonatkozó, a nemzetközi kutatásokban korábban feltárt összefüggést. A mikromobilitási forgalom 2011-hez viszonyítva átlagosan növekedő tendenciát mutatott, 2025-re pedig megközelítette a referenciaérték kétszeresét, ugyanakkor a baleseti trend nem alakult a forgalomműködésnél kedvezőbb trendek szerint, más szóval a forgalomműködés százalékos változásától nem vált el a balesetnővekedés százalékos változása.

A 2020-as évektől a baleseti változás egyre növekvő tendenciája olyan mértékben módosította a baleseti trendvonalat, hogy annak meredeksége meghaladta a forgalomműködést

jelző trendvonal meredekségét. Ennek egyik meghatározó tényezője az elektromos mikromobilitás megjelenése és gyors elterjedése. A vizsgálat alapján ezért a H2 hipotézis nem teljesült.

A következtetés értelmezését korlátozza, hogy az automatikus forgalomszámlálók nem különítik el a kerékpárokat és az elektromos rollereket. Ezért a forgalmi és baleseti adatok teljesen azonos közlekedési eszközcsoporthoz történő szűrése nem lehetséges, így hiába ismert a kerékpárok és az elektromos rollerek baleseteinek eltérő dinamikája, a járművek darabszámának változásával nem lehet összevetni ezt az adatot.

5.5. Infrastruktúra és baleseti kockázat

A H3a vizsgálata során a szeparált és a motorizált forgalommal integrált infrastruktúrákon bekövetkező balesetek száma került összevetésre. A vizsgált időszakban az integrált felületeken 657, míg a szeparált felületeken 1450 baleset történt, így a szeparált kategóriában 68,8%, az integrált kategóriában 31,2% volt a balesetek aránya. A H3a hipotézis igazolódott, ugyanakkor az eredmények abszolút balesetszámokon alapulnak, és nem korrigálhatók az egyes infrastruktúraelemek forgalomnagyságával.

A H3b hipotézis vizsgálata során a gyalogosokkal közös felületeken és a mikromobilitás számára a motorizált forgalommal integrált infrastruktúrákon bekövetkező balesetek súlyossági megoszlását hasonlítottam össze. A Pearson-féle χ^2 -próba eredménye $\chi^2=5,904$, $p=0,052$ volt. Ez a 0,05-ös szignifikanciaszint mellett nem tekinthető statisztikailag szignifikáns eredménynek, habár nagyon közel esik a $p=0,05$ -ös szignifikancia-határhoz. Ugyanakkor a Likelihood Ratio és a Linear-by-Linear Association vizsgálatok tendenciaszerű összefüggést jeleztek. A H3b hipotézis ezért nem került egyértelműen igazolásra.

A H3c hipotézis vizsgálata során a motorizált közlekedés számára kialakított felületeken és a mikromobilitás számára a motorizált forgalommal integrált infrastruktúrákon bekövetkező balesetek súlyossági megoszlását hasonlítottam össze. A Pearson-féle χ^2 -próba eredménye $\chi^2=2,112$, $p=0,348$ volt, ezért a két infrastruktúratípus között nem mutatható ki szignifikáns kapcsolat a baleseti súlyosság tekintetében. A H3c hipotézis nem teljesült.

5.6. Csomóponti balesetek időbeli változása

A H4 hipotézis vizsgálata során a balesetek helyét – szakasz vagy csomópont – bináris változóként kezeltem, és a baleset évével való kapcsolatot logisztikus regresszióval elemeztem. A

modellben az év változójának együtthatója $B=-0,039$, a szignifikancia $p<0,001$, az $\text{Exp}(B)=0,962$ volt. Ez azt mutatja, hogy az idő előrehaladtával szignifikánsan csökken annak esélye, hogy egy vizsgált mikromobilitási baleset csomópontban következzen be. A H4 hipotézis igazolódott.

5.7. Térinformatikai eredmények

A baleseti helyszínek koordinátáinak azonosítása és QGIS-ben történő feldolgozása lehetővé tette a balesetek térbeli eloszlásának és a baleseti gócpontoknak a feltárását és vizsgálatát. A létrehozott térinformatikai adatbázis a baleseti adatbázis több mint 110 tulajdonságának térbeli elemzését teszi lehetővé, így a kutatás eredményei a későbbi térbeli és közlekedésbiztonsági vizsgálatok számára is felhasználhatók.

6. ÖSSZEGZÉS

6.1. A disszertáció fejezeteinek rövid bemutatása

A disszertáció a budapesti mikromobilitási közlekedés forgalmi és közlekedésbiztonsági folyamatainak hosszú távú vizsgálatára épül. Az első fejezet a témaválasztás indokoltságát és a kutatási probléma előzményeit mutatja be; a második fejezet a hazai és nemzetközi szakirodalmi, valamint stratégiai háttérrel, a kutatás céljait és hipotéziseit foglalja össze. A harmadik fejezet az alkalmazott kvalitatív és kvantitatív módszereket, az adatforrásokat és az adatfeldolgozás módját ismerteti.

A negyedik fejezet a kutatás eredményeit mutatja be: a szakértői interjúk elemzését, a longitudinális forgalmi vizsgálatot, a baleseti adatbázis eredményeit, a „Safety in Numbers” elv vizsgálatát, a specifikus baleseti tendenciákat és a térinformatikai elemzést. Az ötödik fejezetben a kapott eredmények értelmezése, összevetése és diszkussziója történik meg, beleértve a hipotézisek értékelését is. A hatodik fejezet összegzi a kutatás legfontosabb eredményeit, bemutatja az új tudományos eredményeket, azok gyakorlati hasznosíthatóságát és a további fejlesztési irányokat.

6.2. A hipotézisek összegző értékelése

H1 – támogatott. A szakértői vélemények és a kvantitatív forgalmi trendek egyaránt arra utalnak, hogy a jelenlegi folyamatok mellett a Budapesti Mobilitási Tervben meghatározott 2030-as, 5%-os, mikromobilitási eszközökkel megtett kilométerekre vetített modal split célérték nem érhető el. Mivel a hipotézis jövőbeni állapotra vonatkozik, annak igazolása jelenleg valószínűségi alapon értelmezhető.

H2 – nem támogatott. A vizsgált időszakban a mikromobilitási forgalom növekedése nem járt együtt a balesetek forgalomműködésénél kisebb ütemű emelkedésével. Tehát a „Safety in Numbers”-elv nem teljesül a vizsgált időintervallumra Budapesten. Ebben meghatározó szerepet játszott az elektromos mikromobilitási eszközök, különösen az elektromos rollerek gyors elterjedése.

H3a – támogatott. A motorizált közlekedőktől szeparált infrastruktúrákon a balesetek abszolút száma magasabb volt, mint a motorizált közlekedéssel integrált felületeken. Az eredmény értelmezését korlátozza, hogy az infrastruktúra-kategóriák forgalomnagysággal nem korrigálhatók, mivel ilyen alapadatok nem állnak rendelkezésre.

H3b – nem támogatott. A gyalogosokkal közös és a motorizált közlekedéssel integrált infrastruktúrákon bekövetkezett balesetek súlyossági megoszlása között tendenciaszerű összefüggés mutatkozott, de a Pearson-féle χ^2 -próba alapján az összefüggés nem bizonyult statisztikailag szignifikánsnak ($p=0,052$).

H3c – nem támogatott. A motorizált közlekedés számára kialakított, illetve a motorizált és mikromobilitási közlekedés számára integrált infrastruktúrákon bekövetkezett balesetek súlyossági megoszlása között nem volt kimutatható statisztikailag szignifikáns eltérés ($p=0,348$).

H4 – támogatott. Az alkalmazott logisztikus regresszió alapján a csomópontokban bekövetkező balesetek aránya az idő előrehaladtával szignifikánsan csökkent, az éves csökkenés átlagos mértéke 3,8% volt, tehát a csomópontok relatív biztonságosságának növekedését jelzi.

6.3. Új tudományos eredmények

1. Létrejött egy 7057 soros, soronként 119 különböző attribútumot tartalmazó, 2011–2023 közötti budapesti mikromobilitási baleseti adatbázis, amely a történeti tényállásokból származtatott kvalitatív információkat is kvantitatív elemzésre alkalmassá teszi, és egyenként beazonosított, ellenőrzött pontosságú GPS-koordinátákat tartalmaz.

2. Létrejött egy 2020 novembere óta háromhavonta ismételt longitudinális forgalmi felmérésből készített adatbázis, amely 504 óra megfigyelés és 421392 megfigyelt közlekedő adatait tartalmazza, és lehetővé teszi a budapesti belvárosi mikromobilitási trendek vizsgálatát.

3. A szakértői interjúk empirikus eredményei több oldalról világították meg a budapesti mikromobilitás fejlődését, a stratégiai célok megvalósíthatóságát és az adatok értelmezésének korlátait.

4. A kutatás összekapcsolta a nemzetközi és hazai közlekedésbiztonsági stratégiai dokumentumokat, bemutatva azok egymásra épülő logikai láncolatát a globális szinttől Budapest közlekedésfejlesztéséig.

5. Feltárhatóvá vált a Robotzsaru NEO és a WEB-BAL budapesti baleseti adatai közötti erős, 0,95 feletti korreláció.

6. A H1 és H2 vizsgálata hosszú időtávú forgalmi és baleseti adatok összevetését tette lehetővé; a vizsgálat a „Safety in Numbers” elv budapesti alkalmazhatóságával kapcsolatban új empirikus eredményt adott.

7. A H3a–H3c hipotézisek révén a budapesti mikromobilitási infrastruktúrák biztonságának hosszú időszoron történő statisztikai vizsgálata is megtörtént.

8. Igazolhatóvá vált, hogy a csomóponti balesetek esélye, ezáltal a szakaszokhoz viszonyított relatív aránya szignifikánsan csökken, miközben a csökkenés éves átlagos mértéke 3,8%.

9. A QGIS-ben létrehozott térinformatikai adatbázis és a baleseti gócpontok feltárása új, további térbeli elemzésekre alkalmas eredményt jelent.

6.4. A kutatási eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

A kutatás legfontosabb gyakorlati eredménye a létrehozott baleseti adatbázis és a kapcsolódó térinformatikai adatbázis, amelyek a rendőrségi balesetmegelőzési, közlekedésbiztonsági és kutatási munkát is támogathatják. Az adatok és az elemzési módszerek a közlekedésfejlesztéssel, közútkezeléssel és városi tervezéssel foglalkozó szervezetek számára is hasznosíthatók, különösen a baleseti gócpontok és a kockázatos közlekedési körülmények azonosításában.

A kutatás eredményei oktatási célokra is felhasználhatók, és az elkészített adattáblák, térinformatikai adatbázisok és SPSS-adatbázisok további kutatások alapjául szolgálhatnak. A WEB-BAL és a rendőrségi baleseti adatok közötti erős korreláció eredménye a tervezési és balesetmegelőzési munkában is hasznos alapismerést jelenthet.

6.5. További fejlesztési javaslatok

A kutatás egyik legfontosabb javaslata a rendőrségi baleseti adatfelvétel és adatszolgáltatás modernizálása. A strukturált, anonimizált történeti tényállások, a dokumentumok és fényképek csoportos elérése, valamint a kutatási célú adatkinyerés támogatása a kutatások mellett a rendőrségi munkát is gyorsíthatná és csökkenthetné a hibázási lehetőségeket.

A „Safety in Numbers” elv további vizsgálatához szükséges lenne a kerékpáros és elektromos rolleres forgalmi adatok elkülönített mérése. Az automatikus forgalomszámlálók jelenlegi adatai erre nem alkalmasak, ezért indokolt korszerűbb, járműkategóriák szerinti adatfelvételt lehetővé tevő technológiák alkalmazása, illetve a korábban hozzáférhető forgalmi adatok nyilvánosságának helyreállítása.

A további kutatások számára fontos lehet a jelen dolgozatban feltárt baleseti gócpontok és kockázatos közlekedési körülmények részletes helyszíni vizsgálata, valamint a balesetmegelőzési kampányokban és az infrastruktúra-fejlesztésben történő célzott felhasználásuk.

7. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS BENYÚJTÓJÁNAK A TÉMAKÖRBŐL KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉKE

1. Felföldi, Péter. (2010a). Fenntartható közúti mobilitás. Közlekedésmanagement. In (pp. 1-33).
2. Felföldi, Péter. (2010b). Olajhozam-csúcs és fenntarthatóság. In.
3. Felföldi, Péter. (2013). A budapesti kerékpáros balesetek vizsgálata 2011-2012- ben, javaslatok a megelőzésre. In (pp. 1-96).
4. Felföldi, Péter. (2014). Kerékpáros-balesetek Budapesten. Belügyi szemle (2010-), 62(11), 83-100.
5. Felföldi, Péter. (2015). Cycling accidents and the "Safety in numbers". In Ing Pavol Augustín CSc doc & Bohus Chochlík Judr (Eds.), Prevenciaako nástroj na znízenie dopravnej nehodovsti (pp. 176-189). Bratislava: Akadémia Policajného zboru v Bratislave.
6. Felföldi, Péter. (2019). Közlekedésbiztonság a balatoni borrégió tükrében. In Zsuzsanna Marton, Kornél Németh, & Erzsébet Péter (Eds.), III. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia : tanulmánykötet (pp. 69-80). Nagykanizsa: Pannon Egyetem Nagykanizsai Campus.
7. Felföldi, Péter. (2020). Mikromobilitás és balesetek a budapesti közutakon. In Zsuzsanna Marton, Kornél Németh, Pelbárt Pelesz, & Erzsébet Péter (Eds.), IV. TURIZMUS ÉS BIZTONSÁG NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA TANULMÁNYKÖTET (pp. 120-129). Nagykanizsa: Pannon Egyetem Nagykanizsai Campus.
8. Felföldi, Péter. (2021a). Forgalmi helyzetkép a budapesti József körúton a COVID-19 első és második hulláma között. VÁROSI KÖZLEKEDÉS, 58(1), 17-24.
9. Felföldi, Péter. (2021b). Gyengébb közlekedők és átalakuló mobilitás Budapesten. BELÜGYI SZEMLE: A BELÜGYMINISZTERIUM SZAKMAI TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA (2010-), 69(7), 1239-1259. doi:10.38146/BSZ.2021.7.9
10. Felföldi, Péter. (2021c). Red Light Running in Downtown Budapest / „Pirosozás” Budapest belvárosában. In In the Service of the Nation Conference 2021 / A Haza Szolgálatában 2021 Konferencia (pp. 56-56). Budapest: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ).

11. Felföldi, Péter. (2022a). A tilos jelzésen történő áthaladás mintázata Budapest belvárosában. In István Kovács, László Frigyer, & Tibor Tirts (Eds.), *Multidiszciplinaritás: A rendészettudomány sokszínűsége* (pp. 19-34). Budapest: Magyar Rendészettudományi Társaság.
12. Felföldi, Péter. (2022b). A tilos jelzésen való áthajtás trendjei a József körúton. *BŰNÖZÉSFÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK*, 3(1-2), 74-74.
13. Felföldi, Péter. (2022c). Red light running and side distance issues of the micromobility traffic in Budapest. In VII. TURIZMUS ÉS BIZTONSÁG NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA ABSZTRAKT KÖTETE (pp. 53-53). Nagykanizsa: Pannon Egyetem Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ.
14. Felföldi, Péter. (2023a). A “Safety in numbers” hatás vizsgálata Budapesten. In Noémi Emőke Baráth, Ivett Csontosné Nagy, Péter Felföldi, & József Mezei (Eds.), *V. RENDÉSZET – TUDOMÁNY – AKTUALITÁSOK A RENDÉSZETTUDOMÁNY A FIATAL KUTATÓK SZEMÉVEL - 2023* (pp. 14-14). Budapest: Doktoranduszok Országos Szövetsége, Rendészettudományi Osztály.
15. Felföldi, Péter. (2023b). A „safety in numbers” elv vizsgálata a budapesti kerékpáros forgalomban 2011 és 2023 között. *MAGYAR RENDÉSZET*, 23(2), 183-199. doi:10.32577/mr.2023.2.11
16. Felföldi, Péter. (2023c). Examination of the “Safety in numbers” effect in Budapest. Paper presented at the V. LAW ENFORCEMENT - SCIENCE – UPDATES LAW ENFORCEMENT THROUGH THE EYES OF YOUNG RESEARCHERS 2023.
17. Felföldi, Péter. (2023d). Kerékpáros balesetek térbeli eloszlása Budapesten és a Web-Bal alkalmazás. *BŰNÖZÉSFÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK*, 4(3-4), 35-48.
18. Felföldi, Péter. (2023e). Red light running and side distance issues of the micromobility traffic in Budapest. In Kornél Németh, Bálint Jakab, & Erzsébet Péter (Eds.), VII. TURIZMUS ÉS BIZTONSÁG NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA TANULMÁNYKÖTET (pp. 390-406). Nagykanizsa: Pannon Egyetem.
19. Felföldi, Péter. (2023f). Spatial distribution of cycling accidents in Budapest and the WEB-BAL application. *CRIMINAL GEOGRAPHICAL JOURNAL*, 5(1-2), 27-40.
20. Felföldi, Péter. (2024a). Recenzió Hans-Erhard Lessing A bicikli kultúrtörténete című könyvéről. *MAGYAR RENDÉSZET*, 24(3), 247-259. doi:10.32577/mr.2024.3.15

21. Felföldi, Péter. (2024b). Road Safety Concerns Related to the Overtaking Side Distance of Cyclists. Examples of the Széchenyi Chain Bridge and Határ út in Budapest. *MAGYAR RENDÉSZET*, 24(4), 189-206. doi:10.32577/mr.2024.4.10
22. Felföldi, Péter, & Harangozó, Valentin. (2021). Az alternatív közlekedési eszközök budapesti helyzetképe, különös tekintettel az e-rollerekre. *Közbiztonsági Szemle*, 2(1), 9-38.
23. Felföldi, Péter, Major, Róbert, & Mészáros, Gábor. (2019). *Forgalomszervezés és -irányítás*. Budapest: Nordex Nonprofit Kft. – Dialóg Campus Kiadó.
24. Felföldi, Péter, & Molnár, Kristóf. (2022). A kerékpáros közlekedés biztonsága Zala megyében. In VII. TURIZMUS ÉS BIZTONSÁG NEMZETKÖZI TUDOMÁNYOS KONFERENCIA ABSZTRAKT KÖTETE (pp. 14-14). Nagykanizsa: Pannon Egyetem Körforgásos Gazdaság Egyetemi Központ.
25. Felföldi, Péter, & Málík, Zoltán. (2021). Védtelen közlekedők láthatósága. *Közbiztonsági Szemle*, 2(2), 23-39.
26. Felföldi, Péter, & Tóth, Zsombor. (2021). Budapesti forgalmi változások a COVID-19 első hulláma alatt. In Nóra Mezőfi, Kornél Németh, Erzsébet Péter, & Krisztián Püspök (Eds.), V. Turizmus és Biztonság Nemzetközi Tudományos Konferencia tanulmánykötet (pp. 179-195). Nagykanizsa: Pannon Egyetem Nagykanizsai Campus.
27. Kanta, Roalnd, & Felföldi, Péter. (2024). Javaslat az ózdi Munkás út forgalomlebonnyolódásának javítására. *Közbiztonsági Szemle*, 4(2), 23-30.
28. Lippai, Zsolt Sándor, Mátyás, Szabolcs, Németh, Ágota, Felföldi, Péter, Nagy, Ivett, & Gál, Erika. (2021). Criminal geographical analysis of cycling accidents in Budapest. *CRIMINAL GEOGRAPHICAL JOURNAL*, 3(1-2), 21-33.
29. Mátyás, Szabolcs, Lippai, Zsolt Sándor, Németh, Ágota, Gál, Erika, Nagy, Ivett, & Felföldi, Péter. (2021). Budapest kerékpáros baleseteinek bűnözésföldrajzi elemzése. *BŰNÖZÉSFÖLDRAJZI KÖZLEMÉNYEK*, 2(1-2), 21-33.
30. Mészáros, Gábor, & Felföldi, Péter. (2021). Autópályán biztonságosan? *BELÜGYI SZEMLE: A BELÜGYMINISZTERIUM SZAKMAI TUDOMÁNYOS FOLYÓIRATA* (2010-), 69(6), 1027-1041. doi:10.38146/BSZ.2021.6.6

8. A DOKTORI ÉRTEKEZÉS BENYÚJTÓJÁNAK SZAKMAI TUDOMÁNYOS ÉLETRAJZA

Felföldi Péter közlekedésmérnök, a Nemzeti Közszerológati Egyetem Rendészettudományi Doktori Iskolájának doktorandusza, aki 2024-ben szerezte meg abszolutoriumát. Kutatási területe a városi mikromobilitás és a közlekedésbiztonság összefüggéseinek vizsgálata, különös tekintettel Budapest közlekedési rendszerére és a közlekedésrendészeti vonatkozásokra. Egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem közlekedésmérnöki szakán végezte, majd 2013-ban csatlakozott a Nemzeti Közszerológati Egyetem Közbiztonsági Tanszékéhez, ahol jelenleg tanársegédként dolgozik.

Oktatói tevékenysége során elsősorban a forgalomszervezés, a közlekedésbiztonság, a balesetelemzés, valamint a drónok és a fotogrammetria közlekedésrendészeti alkalmazásának oktatásában vesz részt. Emellett rendszeresen közreműködik a rendőrtisztjelöltek gyakorlati képzésében, vizsgáztatásában, tananyagfejlesztésben, tudományos diákköri munkában, valamint hazai és nemzetközi szakmai kapcsolatok ápolásában. Oktatói és kutatói munkája során kiemelt figyelmet fordít arra, hogy a közlekedésmérnöki és a rendészeti megközelítéseket egységes szemléletben kapcsolja össze.

A közlekedésbiztonság iránti érdeklődése már egyetemi évei alatt megjelent. Diplomamunkáját a Budapesti Rendőr-főkapitányság Közlekedésrendészeti Főosztályán készítette, amelyben a budapesti kerékpáros baleseteket vizsgálta, és megelőzési javaslatokat fogalmazott meg. Azóta kutatási tevékenységének középpontjában a kerékpáros és egyéb mikromobilitási eszközökkel közlekedők biztonsága, a városi közlekedési infrastruktúra hatásainak elemzése, valamint a közlekedési szabálykövetés vizsgálata áll. Önkéntesként a Magyar Kerékpárosklub szakmai munkáját is támogatja kutatási eredményeivel és szakmai konzultációival.

Kutatási eredményeit hazai és nemzetközi konferenciákon rendszeresen ismerteti, emellett számos tudományos publikáció szerzője vagy társszerzője. Munkái többek között a Magyar Rendészet, a Belügyi Szemle, a Közbiztonsági Szemle, a Városi Közlekedés és a Bűnözésföldrajzi Közlemények folyóiratokban jelentek meg. Publikációi olyan témákat dolgoznak fel, mint a budapesti kerékpáros közlekedés biztonsága, a „Safety in Numbers” jelenség, a mikromobilitási balesetek térbeli elemzése, a tilos jelzésen történő áthaladás vizsgálata, valamint a kerékpáros

előzési oldaltávolság kérdései. Kutatásai rendszeresen kapcsolódnak a fővárosi közlekedés aktuális fejlesztéseihez, és több esetben gyakorlati hasznosításra is alkalmas eredményeket szolgáltatnak.

Szakmai előadásokat rendszeresen tart egyetemi, rendészeti és közlekedéstudományi fórumokon, valamint közlekedésbiztonsági konferenciákon. Előadóként szerepelt többek között a Közlekedéstudományi Egyesület, a Magyar Rendészettudományi Társaság, a Budapesti Rendőr-főkapitányság, a ROADPOL, valamint nemzetközi tudományos konferenciák rendezvényein is. Kutatási eredményeit több alkalommal mutatta be a Budapesti Közlekedési Központ és a Budapest Közút szakemberei számára is, elősegítve ezzel a tudományos eredmények gyakorlati hasznosítását.

Tudományos és oktatói tevékenysége során arra törekszik, hogy a közlekedésbiztonságot a közlekedésmérnöki, rendészeti és társadalomtudományi megközelítések együttes alkalmazásával vizsgálja. Doktori kutatásában a budapesti mikromobilitás közlekedésbiztonsági sajátosságait elemzi, különös figyelmet fordítva a kerékpáros és egyéb védtelen közlekedők helyzetére, valamint azokra a tényezőkre, amelyek hozzájárulhatnak a biztonságosabb városi közlekedési környezet kialakításához.