Széchenyi István Egyetem
Építész-, Építő és Közlekedésmérnöki Kar

Tudományos és Művészeti Diákköri Konferencia

DOLGOZAT

Kassayné Varga Tímea Orchidea

építőmérnök BSc szakos hallgató

Cím:

Gyalogos-jármű interakciók és a forgalomlefolyás vizsgálata szigettel ellátott és sziget nélküli gyalogos átkelőhelyeken

2024. április 2.

TARTALOMJEGYZÉK

ABSZTRAKT……..3
BEVEZETÉS……..4
1 Gyalogos szigetek alkalmazása, kialakítása 5
1.1 Kijelölt gyalogátkelőhely létesítési feltételei 6
1.1.1 Döntési mechanizmus.....6
1.1.2 Kijelölt gyalogátkelőhely feltételei 8
1.2 Gyalogos középszigetek alkalmazási feltétele 11
1.3 Gyalogos szigetek kialakítása.....12
2 Gyalogos szigetek biztonságra és forgalomlefolyásra gyakorolt hatása - Irodalomkutatás.....13
3 Vizsgálati helyszínek bemutatása 17
3.1 Kiválasztott vizsgálati helyszínek 17
3.2 Vizsgálati helyszínek bemutatása 17
3.2.1 Középszigettel elválasztott átkelőhelyek.....17
3.2.2 Középszigetes elválasztás nélküli gyalogátkelőhelyek 19
3.3 Baleseti adatok gyűjtése 21
3.3.1 Középszigettel elválasztott gyalogátkelőhelyek 21
3.3.2 Középszigetes elválasztás nélküli gyalogátkelőhelyek 25
3.4 Gyalogos átkelőhelyek biztonsági elemzése.....29
3.4.1 Elemzési szempontrendszer és a PECA rendszer használata 29
4 Vizsgálati módszertan bemutatása 35
4.1 Data From Sky szoftver ismertetése 36
4.2 Forgalomszámlálás.....38
4.3 Gyalogos várakozási idők vizsgálata 39
4.4 Sebességek mérése 39
5 Vizsgálati eredmények.....40
5.1 Mért adatok feldolgozása.....40
5.1.1 Forgalomszámlálás eredménye.....40
5.1.2 Gyalogos várakozási idők eredménye 41
5.1.3 Sebességek mérése 44
6 Következtetések, javaslatok.....46
ÖSSZEFOGLALÁS……..…47
IRODALOMJEGYZÉK……..48

ABSZTRAKT

A jelenlegi közlekedéspolitikai szemlélet szerint az élhető és fenntartható városok úgy alakíthatóak ki, ha a korábbi járműközpontú priorizáció helyett a gyalogosok és kerékpárosok igényeit helyezzük első helyre. A biztonságos gyalogos közlekedés megtervezéséhez fontos bemenő adat lehet, ha ismerjük a gyalogosok és a járművek között zajló folyamatokat különböző infrastruktúra elemek esetén. A mérhető paraméterek értékeinek megléte elősegítheti a döntést a későbbiekben, amikor választani kell az adott helyen építhető megoldások közül mérlegelve a biztonságosság és a folyamatos forgalomlefolyási szempontokat. Dolgozatom témájának a gyalogosok és a járművek közötti interakció részletesebb elemzését választottam. A vizsgálataimat középszigettel ellátott és középsziget nélküli kijelölt gyalogátkelőhelyeken fogom elvégezni 2x1 sávos úton városi környezetben 3-3 kiválasztott helyen. Munkám során irodalomkutatást végzek, elemzem a választott átkelőhelyeket biztonsági szempontból, majd módszertant dolgozok ki az átkelőhelyek környezetében közlekedők paramétereinek (megközelítési sebességek, várakozási idők, várakoztatási idők, gyorsulások) biztonságra gyakorolt hatásának gyűjtésére. A mérések technológiai háttértémogatássát kollégáim és a TrafficMojo szolgáltatás adja. A méréseimet korszerű videófelvételes képi elemzéssel fogom kiértékelni. A feldolgozáshoz használt szoftver segítségével gyalogos- és járműtrajektóriákat vizsgálok, ami GNSS helymeghatározással pontosítva sebességi értékeket is szolgáltat. Az adatelemzés során igyekszem fókuszáltan azokat az eseteket felmérni, amelyek témám szempontjából relevánsak. Dolgozatom célja, számszerű összehasonlítást és statisztikai elemzést adni a kétféle típusú átkelő forgalomlefolyási és biztonsági paramétereire.

BEVEZETÉS

Dolgozatom első fejezetében körbejárom, hogy milyen szabályozási háttere van egy kijelölt gyalogátkelőhely létesítésének és milyen feltételek kellenek ahhoz, hogy középsziget is kiépítésre kerüljön a keresztmetszetben. Ezt követően az átkelőhelyek biztonsági vizsgálatának témakörében felkutatott nemzetközi szakirodalmakról adok rövid ismertetést. A harmadik fejezetben bemutatom a 3 középszigettel ellátott és 3 középsziget nélküli átkelőhelyet. A geometriai kialakítás rövid jellemzése után ismertetem az átkelőhelyek környezetének baleseti adatait, majd a 6 vizsgálati helyszínből 2 mérési helyszínre elvégzem a biztonsági elemzést a KTI gondozásában álló PECA (Pedestrian Crossing Analyzer) segítségével. A negyedik fejezetben bemutatom a Traffic Mojo szolgáltatás rendszerelemeit, illetve részletesen kifejtem, hogy a TDK dolgozatomhoz melyik részegységeket hogyan használtam fel. Bemutatom, hogy a mérési paramétereket milyen módszertan szerint tudtam a feldolgozáshoz használt Data From Sky szoftverből előállítani. Mivel nagy mennyiségű adat feldolgozásáról volt szó, röviden érintem az adattisztítás módját is. Az ötödik fejezetben a feldolgozott adatokból kapott mérési eredményeket fogom kifejteni, részletesen kitérve az általánosnak mondható forgalomszámlálási adatokra, a gyalogos várakoztatási idők eredményére és az általam számított sebességek értékelésére. Az utolsó fejezetben javaslatokat teszek, hogy a TDK dolgozat Szakdolgozattá bővítéséhez milyen feladatrészeket lenne még érdemes bevonni a vizsgálatba és feldolgozni.

1 GYALOGOS SZIGETEK ALKALMAZÁSA, KIALAKÍTÁSA

A közúti közlekedésben sokféle résztvevő különböző úthálózati elemek használatával vesz részt. Gondoljunk csak arra, hogy mennyi féle motorizált járművel (személygépkocsi, tehergépjármű, autóbusz, motorkerékpár, villamos, troli) közlekedőt és mennyi nem motorizált eszközzel (gyalogos, roller, kerékpár, kerekesszék, babakocsi) közlekedőt ismerünk. A városi közlekedési rendszert ez a sokféle résztvevő együttesen alkotja, az általuk használható infrastruktúra hol közös, hol különálló. A különböző közlekedési alrendszerek fonódásaiból kusza városi szövet jön létre. Azokon a helyeken, ahol ezek a különböző forgalmi áramlatok keresztezik egymást, csomópontok jönnek létre. Tágabb definícióval élve minden olyan hely csomópont, ahol az áramlatok között valamilyen konfliktuspont vehető fel.
A fenti felsorolás alapján látható, hogy nagyon hosszú lista vehető fel, amely ezeket a konfliktusokat részletezi, dolgozatomban viszont egy specifikus találkozási esetet vizsgálok a gyalogosok és a gépjárművek találkozását.

A gyalogosok és gépjárművek nagyrészt elkülönült infrastruktúrán közlekednek. Előbbi számára járdák, gyalogutak, gyalogos övezetek vannak kialakítva egy városban, míg utóbbiak a közúthálózatot használják. A két közlekedési alrendszer résztvevői közös használatú felületként gyalogos övezetben időszakot megjelölő tábla esetén, lakó- pihenő övezetben, illetve az alrendszerek keresztezési szakaszain találkozhatnak egymással. Az alrendszerek keresztezési szakaszai lehetnek kijelölt és nem kijelölt gyalogátkelőhelyek. A kettő típus közötti különbséget az adja, hogy a nem kijelölt átkelőhely esetén a gyalogosnak csak akkor van elsőbbsége, ha a főúttal párhuzamosan halad és az ő útját keresztezi egy balra vagy jobbra forduló jármű. Kijelölt gyalogátkelőhely esetén a 1/1975. (II. 5.) KPM–BM együttes rendelet (KRESZ) szerint a járműveknek a gyalogosok részére kötelező megadni az elsőbbséget. [**1**]

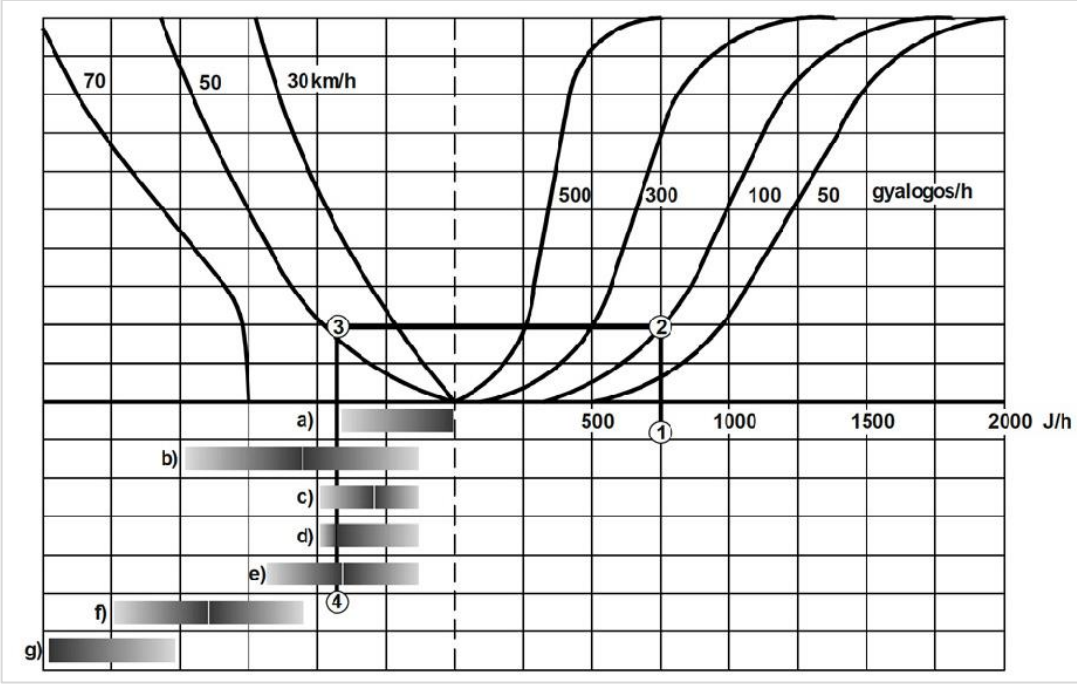
Dolgozatomban a kijelölt gyalogátkelőhelyeken történő interakciókat fogom részletesebb vizsgálatoknak alávetni.

1.1 Kijelölt gyalogátkelőhely létesítési feltételei

1.1.1 Döntési mechanizmus

Kijelölt gyalogátkelőhely létesítése akkor tartható indokoltnak, ha a gyalogosforgalom nagysága, vagy az ezt keresztező járműforgalom nagysága, illetve ezek együttes forgalomnagysága olyan magas, hogy a résztvevő feleknek (jellemzően a gyalogosoknak) aránytalanul sokat kell várakozni, a konfliktus zónán átjutásuk kijelölt átkelőhely nélkül nem elég biztonságos. Érdemes a kijelölés lehetőségét megvizsgálni akkor is, ha a közelben olyan gyalogosforgalom vonzó létesítmény van, amely a gyalogosok forgalomnagysága miatt ugyan nem is indokolt, de a kiszolgáltatott helyzetű közlekedők (idősek, gyermekek, betegek) közlekedését teszi biztonságosabbá.

A gyakorlatban annak eldöntését, hogy milyen típusú beavatkozás alkalmazása a megfelelő az Útügyi Műszaki Előírások nagyban segítik. A gyalogos közlekedés tervezéséről szóló kiadványban informatív ábra (**1. ábra**) segíti a megfelelő kialakítás kiválasztását.



*1. ábra: Gyalogosátkelés kialakításának tervezése két sávos belterületi úton (forrás: e-UT 03.07.25:2022 [**2**])*

A diagram négy negyedre bontható. Első lépésként a jobb felső negyedben kell meghatároznunk, hogy mekkora járműnagysághoz (1) milyen gyalogos átkelési forgalomnagyság (2) tartozik. A forgalomnagyságra a csúcsórás forgalmat kell figyelembe venni, darabszám vagy fő mértékegységben. Ezt követően át kell vetíteni a kapott érték vízszintes metszékét a bal felső negyedre, az úton érvényben lévő sebességkorlátozásra (3). A kapott értéket lefelé a bal alsó negyedre vetítve (4) megkapható, hogy milyen javasolt kialakításokkal élhetünk a kiválasztott belterületi keresztmetszeten.

A lehetséges kialakítási megoldások az előírás [**2**] szerint az alábbiak:

a) nem szükséges kijelölt gyalogátkelőhely

   Ez az eredmény jellemzően abban az esetben adódhat, ha a járműforgalomhoz képest elenyésző a gyalogosok száma. Vagy sok gyalogos esetén nem számottevő az érkező járművek forgalomnagysága.

b) kijelölt gyalogátkelőhely szükséges

   Magasabb érkező forgalomnagyságok esetén, illetve az átkelőhely környezetének figyelembevétele (oktatási-, egészségügyi intézmény) mellett javasolható megoldás.

c) középszigetes elválasztás

   Kijelölt és kijelölés nélküli esetben is alkalmazható, az átkelés biztonságosságát fokozza.

d) építési beavatkozás elsőbbség nélkül (teljes vagy részleges szintemelés)

   Jellemzően forgalomcsillapított övezetekben (lakó-, pihenő övezet, csökkentett sebességű zóna) érdemes ennek a kialakítási módnak az alkalmazását mérlegelni.

e) kijelölt gyalogátkelőhely építési beavatkozással

   Minden olyan helyen javasolt, ahol fokozottan szükséges az elsőbbség biztosítása a gyalogosok számára. Az építési beavatkozás lehet szintemelés vagy útpálya szűkítése járda oldaláról. Minden olyan építési megoldás bele értendő, amely fokozza a gyalogosok láthatóságát, növeli a fölé rendelt szerepük hangsúlyozását és elősegíti a járművek alárendeltségének könnyebb észlelését.

f) jelzőlámpás forgalomirányítás

   Magasabb keresztező forgalomnagyságok, nagy sebesség esetén alkalmazható. Ha hangolt csomópontok közötti átkelőhely kerül kijelölésre, abban az esetben kötelező ezt a megoldást választani.

g) különszintű átkelés (aluljáró / felüljáró)

   Legvégső esetben alkalmazható, ha minden irányú keresztező forgalom (gyalogos és jármű forgalom egyaránt) nagyon magas. Ezek jellemzően többsávos, nagy forgalmú tömegközlekedési csomópontokban, vagy ahol a megengedett sebesség 50km/h feletti esetekben állnak fenn. Kialakításánál mindig figyelembe kell venni, hogy az út elvágó hatása kiemelten érvényesül, az akadálymentes közlekedés szempontjai pedig lift hiányában sérülhetnek.

1.1.2 Kijelölt gyalogátkelőhely feltételei

Egy kijelölt gyalogátkelőhely környezetének kialakítására sok szabályzat, szabvány és előírás van érvényben. A tervezési gyakorlatban dolgozó szakemberek ezek betartásával kell, hogy elkészítsék a terveket. Legfőbb szinten a rendelettel bevezetett előírások vannak, amelyek általános érvényűek és mindenki számára kötelezően betartandóak. Mindenki alatt kell érteni a megrendelői oldalon szereplőket, a terveket elkészítőket, az engedélyeket kiadó hatóságokat és kezelőket és a kivitelezést végzőket. Amennyiben bárki a rendeletnek ellent mondó körülményt vagy kialakítási elemet talál, köteles azt jelezni és együttműködésben megkeresni az rendelettel harmonizáló megoldást. Ha nincs más megoldás, mérlegelni kell az eltérés engedélyezésének lehetőségét és következményeit.

Ezt követő szinten állnak az útügyi előírások, amelyek külterületen és vidéki városokban kötelező érvényűen betartandók, Budapesten ajánlott a figyelembevételük, de ettől eltérő kialakítást is kérhetnek a közútkezelők. Az előírások alkalmazásának egyik praktikus célja, hogy országosan is egységes megjelenése legyen az egyes infrastruktúra elemeknek. Egy másik pozitív hozadéka, hogy az előírt és betartandó értékek szakmai háttérvizsgálatok alapján kerültek megállapításra (pl. rálátási háromszögek, megállási távolságok).

Ez alatti szinten találhatóak az ágazati szabványok, ezek főként a gyártók ISO tanúsítási rendszer elemei és jellemzően a beépítendő termékek minőségállandóságát garantáló szabványok. Ilyen beépített termékek lehetnek például az útépítési anyagok, beépítendő termékek (szegélykövek, víznyelők, taktilis

kövek), a forgalomtechnikai elemek (táblák, tábla tartók, burkolati jel), vagy a megvilágítást szolgáló berendezések (közvilágítási rendszer elemei).

Kijelölt gyalogátkelőhelyek létesítésének körülményeit határozza meg a 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet. A rendelet mellékleteként kiadott Forgalomszabályozási Műszaki Szabályzat szerinti főbb létesítési szempontokat az alábbiakban mutatom be [**3**], ezeket később a gyalogátkelőhelyek biztonsági vizsgálatainál is figyelembe fogom venni.

„23.1. Gyalogos-átkelőhelyet az úton csak olyan helyen szabad kijelölni, ahol a kijelölt gyalogos-átkelőhelyet és az azon áthaladó gyalogosokat az úton közlekedő járművezetők – napszaktól függetlenül – legalább 50 méter távolságból felismerhetik.

23.2. Gyalogos-átkelő-hely kijelölésével együttesen figyelembe kell venni

– a gyalogos- és gépjárműforgalom nagyságát,

– a gyalogosforgalom biztonságát,

– a gyalogosok áramlási irányát,

– az út és környezetének kialakítását.

23.3. A kijelölt gyalogos-átkelőhelyet úgy kell elhelyezni, hogy az

a) az úttesten lehetőleg a legrövidebb áthaladást biztosítsa,

b) az egész úttesten – illetőleg ahol több úttest van, ott az összes úttesten – összefüggően átvezessen.

23.4. A kijelölt gyalogos-átkelőhely elhelyezésénél nem alkalmazható olyan megoldás, amely valamelyik járda szabályos megközelítését lehetetlenné tenné.

23.5. Gyalogos-átkelőhelyet nem szabad kijelölni

a), b) (…)

c) beláthatatlan útkanyarulatban és bukkanóban, amennyiben az a 23.1 pontban foglaltakat nem biztosítja,

d) (..),

e) közvilágítás nélküli útszakaszon,

f) a vonatkozó szabványnak nem megfelelő közvilágítású útszakaszon,

g) autóbusz, trolibusz, szélső fekvésű villamos megállóhelyén, továbbá középfekvésű villamospálya járdasziget nélküli megállóhelyén és

– azok előtt 15 méteren belül,

– a megálló jármű végétől számított 5 méteren belül.

h) (…)

i) útkereszteződésen kívül, ha az forgalomirányító fényjelző készülékkel irányított útkereszteződéstől, vagy kijelölt gyalogos-átkelőhelytől számított 100 méteren belül van, kivéve, ha annak forgalmát – a mellette levővel összehangolt – forgalomirányító fényjelző készülék irányítja.

j) összehangolt forgalomirányítású útkereszteződések között, kivéve, ha a kijelölt gyalogos-átkelőhely forgalmát fényjelző készülék irányítja,

k) lakott területen, ha a gyalogosnak 5 sávnál többet kellene kereszteznie jelzőlámpás forgalomirányítás, vagy közbenső biztonságos megállási lehetőség nélkül,

l) lakott területen kívül, ha a gyalogosnak 3-nál több sávot kell kereszteznie jelzőlámpás forgalomirányítás vagy közbenső biztonságos megállási lehetőség nélkül.

23.6. Gyalogos-átkelőhelyet ki kell jelölni

– a középfekvésű villamospálya járdaszigetes megállóhelyénél a járdasziget egyik (útkereszteződésnél levő járdasziget esetében az útkereszteződés felé eső) végénél, ha nincs különszintű gyalogos átvezetés,

– ahol a gyalogosforgalom irányítására szolgáló fényjelző készüléket elhelyezték.

23.7. (...)

23.14. A kijelölt gyalogos-átkelőhely mindkét végéhez szilárd burkolatú járda vezessen, amely a kijelölt gyalogos-átkelőhelyhez a gyalogosok várakozására szolgáló szilárd burkolatú felülettel (gyalogos felállóhely) csatlakozzon.

23.15. Az autóbusz (trolibusz) megállóhely szilárd burkolatú járda része (kiemelt szegélyes járdasziget) és az autóbusz (trolibusz) megközelítésére szolgáló kijelölt gyalogos-átkelőhely között szilárd burkolatú járda minden esetben legyen.

23.16. A kijelölt gyalogos-átkelőhely térségében az út közvilágítása feleljen meg a vonatkozó szabvány szerinti megvilágítási előírásoknak. A gyalogos-átkelőhely térségét célszerű az út közvilágításától eltérő színű fénnyel megvilágítani.

23.21. A 23.4, 23.14, 23.15 és 23.20 pontok alkalmazásakor a járdával egyenértékű a gyalogút, a gyalog- és kerékpárút, illetőleg más, kizárólag a gyalogosok közlekedésére szolgáló létesítmény." ***[3]***

Amennyiben a létesítés feltételei teljesülnek, megkezdhető a gyalogátkelőhely terveinek elkészítése. A kialakításhoz figyelembe kell venni a „Zebraminimum"-ként kiadott miniszteri rendeletet [**10**], amely önállóan alkalmazandó, de az e-UT 03.07.25:2022 A gyalogos közlekedés közforgalmú létesítményeinek tervezése c. kiadvány 6.3.4. és 6.3.5. fejezetében is harmonizált szövegezéssel olvasható részleteiben.

1.2 Gyalogos középszigetek alkalmazási feltétele

A közlekedésbiztonság fokozása érdekében azokon a helyeken, ahol a járműforgalom vagy a gyalogos forgalom nagysága indokolja középsziget elhelyezése szükséges. A középsziget alkalmazása történhet kijelölt és nem kijelölt gyalogátkelőhelyek keresztmetszetében is. Jelzőlámpás szabályozás nélküli átkelőhelyek esetében 7,0 m burkolatszélesség már kedvezőtlen a gyalogosok számára, 8,5 m burkolatszélesség keresztezése esetén pedig kötelező középszigetet létesíteni vagy az útpályát a járda oldalán szűkíteni. A 2x1 sávos utak átkelőhelyei esetén középsziget létesítése preferált a jelzőlámpás szabályozás létesítéssel szemben. [**2**]

Középszigetet kell kialakítani gyalogátkelőhelyek kijelölési eljárása során abban az esetben is, ha lakott területen belül 5 vagy annál több sáv, lakott területen kívül 3 vagy annál több sáv keresztezése szükséges és az átkelőhely forgalmát nem szabályozza fényjelző készülék. [**3**]

A középsziget elhelyezésére a csomópontokhoz hasonlóan érvényesek az e-UT 03.01.11. Közutak tervezése (KTSZ) alapelvei, miszerint középszigetet úgy kell kialakítani, hogy a közlekedők biztonságát és a keresztezés felismerhetőségét (észlelhetőségét), áttekinthetőségét, felfoghatóságát, jelezhetőségét és a járhatóságot biztosítsa. [**4**]

1.3 Gyalogos szigetek kialakítása

Csomóponti középszigetek kialakítása lehet, háromszög alakú, kis méretű csepp alakú, nagy méretű csepp alakú és párhuzamos oldalú két végén lekerekített „piskóta” alakú. A szigetek méreteit szerkesztési útmutató alapján lehet megválasztani. A kialakuló pályaelválasztó elemek lehetnek burkoltak és növénytelepítéssel beültetettek is. Növénytelepítés esetén figyelembe kell venni a tervezési méretek megválasztásánál a közlekedéshez szükséges űrszelvény mindenképpen szabadon maradjon. Közforgalom számára megnyitott utakon és közutakon a burkolt szigetek lehetnek beton (ritka esetben főként előbbi csoportban alkalmazott), aszfalt és térkő burkolatúak. Az optikai figyelemfelkeltés céljából térkő burkolat esetén gyakran vörös színű kialakítás is alkalmazott.

A szigetek kialakításakor figyelembe kell venni, hogy a gyalogosok és kerékpárosok által átkelésre használt szigetek szélessége min. 2,0 m legyen [**3**],[**5**]. A szigetek körülhatárolását kiemelt szegéllyel 12,0 magasságban kell kialakítani, de ez az esővíz elvezetés miatt 8-20 cm-re is változhat. A gyalogosok és kerékpárosok átkelési szakaszán a szegélyeket azonban 2 cm-re le kell süllyeszteni. A szigetben történő átvezetés hosszúságának megválasztásakor figyelembe kell venni, hogy a kijelölt átkelőhely teljes terjedelmében átvezetésre kerüljön.
Gyalogosok átvezetésénél törekedni kell rá, hogy akadálymentes, egyenes, áttekinthető, felfogható és kényelmes kapcsolatot létesítsünk. Az időskorúak, mozgáskorlátozottak és a gyermekek fokozottan érzékenyek kerülőútra, a magassági változásokra, valamint a várakozási időre az átkelés során. [**5**]

A dolgozatomban közel azonos kialakítású „folyópályás” piskóta szigetekkel elválasztott gyalogátkelőhelyek és középsziget nélküli átkelőhelyek biztonsági paramétereinek összehasonlítását tűztem ki célul.

2 GYALOGOS SZIGETEK BIZTONSÁGRA ÉS FORGALOMLEFOLYÁSRA GYAKOROLT HATÁSA - IRODALOMKUTATÁS

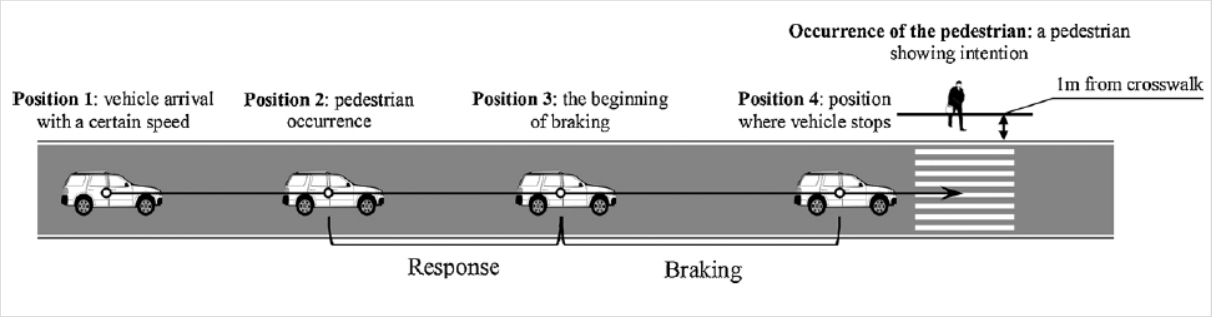
Különböző típusú gyalogátkelőhelyek egymáshoz viszonyított biztonságának összehasonlítása a szubjektivitás miatt koránt sem olyan egyszerű. Fontos, hogy megfelelően mérhető kellően objektív mutatószámok kerüljenek felvételre, amely alapján egyértelműen ki lehet jelenteni, hogy egy adott kialakítás jobb vagy rosszabb. Sok múlik azonban azon is, hogy a kiválasztott csomópontokban van-e olyan egyéb geometriai, forgalmi sajátosság, ami az összehasonlíthatóságot torzítaná. Dolgozatomban törekedtem rá, hogy a kiválasztott 3-3 átkelőhely hasonló elrendezésű (2x1 forgalmi sávos), viszonylag „tiszta” geometriai és forgalmi helyzeteket adjon.

Dolgozatomban mutatószámok mérését kívánom a gyalogosok és a járművek átkelőhelyek környezetében érzékelhető menetdinamikai paramétereivel lemérni, illetve a köztük lezajló „kölcsönhatást” interakciót mérhető formában körvonalazni.
Első elgondolásom szerint a mutatószámok a szokásos forgalomnagyságon túl, a közlekedők sebességei, várakozási idői az átkelőhelyek környezetében. Az elsőbbségadási hajlandóság, illetve a gyalogosok részéről a szabályos elindulás vagy veszélyeztető („vakmerő”) közlekedési magatartás is jó mutatók lehetnek. Ezeket megnézném középszigetes és középsziget nélküli kialakításra. Várakozásaim szerint nagyobb várakozási idők és magasabb megközelítési sebességek lesznek tapasztalhatóak a középsziget nélküli esetben. A következőkben röviden áttekintem, hogy a külföldi gyakorlatban milyen összehasonlító elemzéseket készítettek a témában. A korábbi kutatások segítségemre lesznek a pontos mérési módszertan kidolgozásában, amely majd egy későbbi fejezetben lesz részletesen ismertetve.

Nem jelzőlámpás szabályozású gyalogátkelőhely környezetében mérhető gyalogosbiztonság kutatásával foglalkozott Ting Fu és társai 2018-ban [**6**]. Kutatásukban olyan módszertant próbáltak kidolgozni, amellyel értékelhetővé válik az átkelések biztonságossága. Gyalogos oldalról az átkelőhelytől 1 m távolságban megjelenő közlekedőt vették alapul, aki átkelési szándékát magatartásával jelzi.

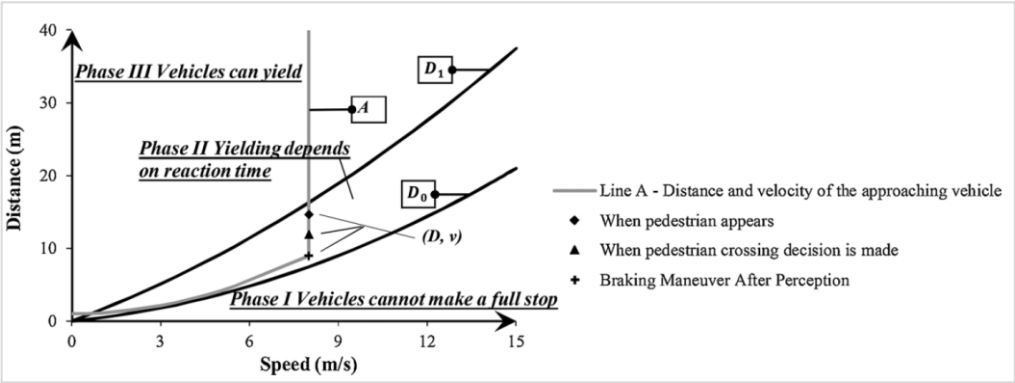
Ekkor az átkelőhelyhez közelítő jármű mozgását a következő szakaszokra bontották (2. ábra):

1. a jármű közeledése adott haladási sebességgel
2. gyalogos feltűnése
3. fékezés megkezdése
4. elsőbbség adás helye

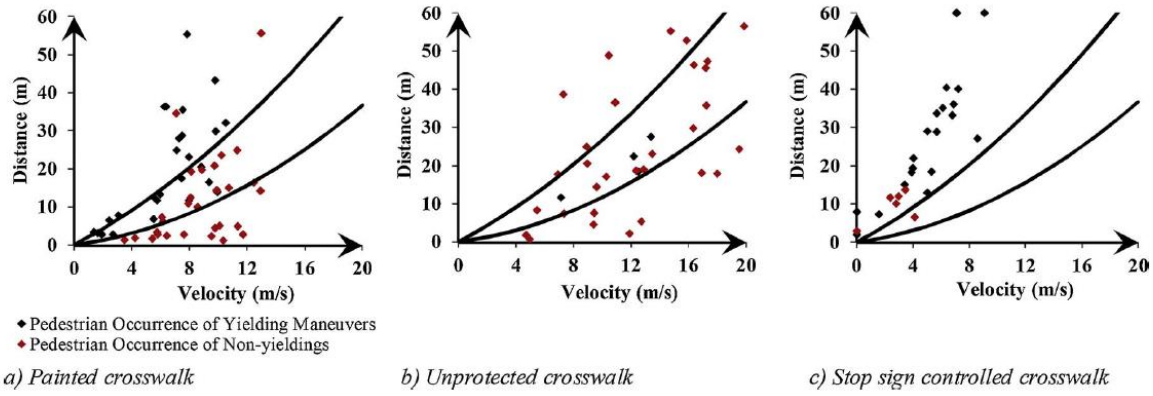


*2. ábra: Járművek mozgása az átkelőhely közelében (forrás: [**6**])*

Kutatásuk során azt vizsgálták, hogy az útszegélytől 1 méteres távolságban a gyalogos megjelenésekor a közeledő járműnek milyen sebessége és távolsága volt. Ez alapján azt mondták, hogy ha a jármű túl közel van az átkelőhelyhez és nagy sebességgel közelít, akkor van olyan eset, amikor már nem tud az észlelés után biztonságosan elsőbbséget adni. Ebben a tartományban a gyalogos elindulása veszélyeztető helyzetet alakít ki (I. fázis, Phase I). Abban az esetben, ha a járművezető távolabb van, amikor megérkezik a gyalogos, van egy átmeneti tartomány, amikor csak a tapasztalt vagy gyors reakcióidővel rendelkező vezetők tudnak megállni (II. fázis, Phase II.). A legjobb eset, amikor a jármű kellő távolságból megfelelően alacsony sebességgel érkezik és be tudja tartani az elsőbbségadási kötelezettségét (III. fázis, Phase III.). Az így kialakuló távolság-sebesség modellbe (**3. ábra**) vették fel a mérési pontjaik eredményét, amelyben a szürke vonal mutatja egy jármű útját.



*3. ábra: Távolság-sebesség modell (forrás:[**6**])*



*4. ábra: Távolság – sebesség modell különböző szabályozások esetén (forrás: [**6**])*

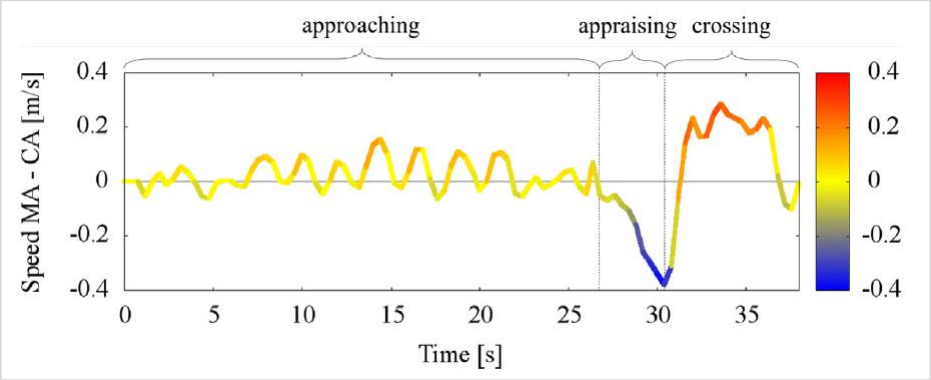
Eredményeik szerint (**4. ábra**) számottevő különbség látható az „Állj! Elsőbbségadás kötelező!” táblával ellátott csomópont, kijelölt gyalogátkelőhely és a nem kijelölt gyalogátkelőhelyeken tapasztalható elsőbbségadási hajlandóságban, valamint a járművek megközelítési sebességében. Sajnos a kutatásban középszigetes kialakítást nem vizsgáltak.

Gyalogos központú szemlélettel próbálták megközelíteni a járművek és gyalogosok közötti interakció vizsgálatát Gorrini és társai 2018-ban [**7**]. Kutatásuk ugyan főként a modellezési kihívásokra próbált jó gyakorlati megoldást adni videós trajektória alapú mérés feldolgozásának segítségével, hasznos alapgondolatokat fektettek le viszont az interakciók témakörében. A kutatásban azt feltételezték, hogy az életkori sajátságok szerint eltérő karakterisztikával kelnek át a gyalogosok. Ezen kívül a vizsgálatukban szereplő csomópontra a HCM 2010 szerinti szolgáltatási színvonal számítását is elvégezték. A csomópont értelmezésük szerint mind a járművezetők mind a gyalogosok oldaláról besorolható a kényelmi és biztonsági szint meghatározásával az A-F között kiterjedő szolgáltatási színvonal skálára.

Adatgyűjtésükből kielemezték, hogy a gyalogosok átkelése a sebességmegoszlás szerint három fő részre bontható (**5. ábra**1. ábra). Az első szakasz a megközelítés szakasza. Itt még közel állandó sebességű a haladás, kis szórással az átlagsebesség körül. Ezt követi az átkelőhöz közelítés szakasza, amikor a járókelők felmérik a környezetben haladó járművek helyzetét és sebességét közben pedig meggyőződnek az átkelés biztonságosságáról. Ebben a második szakaszban egy erőteljes lassítás jellemző a sebesség görbében és amennyiben nem szabad az út, megállás is lehetséges. A harmadik és egyben utolsó szakasz maga az átkelés, ahol

a gyalogosok jellemzően a korábbi sebességüknél gyorsabbra váltanak, hogy a konfliktus területet minél hamarabb elhagyhassák.

5. ábra: Gyalogosok sebességlefutása a gyalogátkelőhely környezetében (forrás: [7])



Bár a kutatásukban csak középsziget nélküli kijelölt gyalogátkelőhelyen végeztek méréseket, úgy gondolom a gyalogosok átkelési sebessége hozhat kialakítási típustól függő eltérést az én témám esetében is. Jó vizsgálati szempontnak tűnik.

3 VIZSGÁLATI HELYSZÍNEK BEMUTATÁSA

3.1 Kiválasztott vizsgálati helyszínek

Vizsgálatom során igyekeztem olyan kijelölt gyalogátkelőhelyeket választani, amelyek közel hasonló geometriai és forgalmi paraméterekkel rendelkeznek. Legtöbb esetben csomóponti kialakításokról beszélhetünk, ám az alárendelt irányok forgalma jellemzően alacsonyabb a főúttól. A főút minden esetben belterületi gyűjtőút funkciót tölt be, a tapasztalható forgalom nagyságában számottevő a területen átmenő forgalom. A mellékirányok esetében kicsi helyi kiszolgálóúti forgalom jelentkezik, jellemzően bevásárló létesítmények, lakótömbök parkolóit megközelítő utak ezek. Néhány esetben (Árpád u., Béke tér, Festő u.) megjelenik egy alárendelt gyűjtőúti szerep is.
Az átkelőhelyek minden kiválasztott esetben gyalogos forgalomvonzó létesítmény környezetében találhatóak (bevásárlás, oktatás, egészségügy).

3.2 Vizsgálati helyszínek bemutatása

3.2.1 Középszigettel elválasztott átkelőhelyek

1.) Táncsics Mihály u. 106. (Deák tér) előtti átkelő

6. ábra: Táncsics Mihály u. 106. Deák tér előtti átkelőhely műhold képe (forrás: Google)

Az átkelőhely a 2x1 sávos Táncsics Mihály utcát keresztezi (**6. ábra**). Nyugati oldalról a piac és parkolója határolja. A csomópont Deák tér felé vezető ága szintén a parkolók megközelítését szolgálja. Keleti oldalán kiskereskedelmi létesítmények és egy gyermekorvosi rendelő található. A Táncsics Mihály utca átkelőhelytől északra

eső ágán buszmegálló is található. Az átkelőhely a tavalyi év során felújításra került, kialakítása megfelel a jelenleg hatályos előírásoknak és szabályzatoknak.

2.) Táncsics Mihály u. – Árpád u. átkelőhely

7. ábra: Táncsics Mihály u. – Árpád u. átkelőhely műholdképe (forrás: Google)

Az átkelőhely a 2x1 sávos Táncsics Mihály utcát keresztezi (**7. ábra**). Nyugati oldalán felzárkóztató iskola, keleti oldalán óvoda, általános iskola és háziorvosi rendelő található. A csomópont Árpád utcai ága alárendelt gyűjtőútként funkcionál, a torkolat déli oldalán egy művelődési ház is található. Az átkelőhely a tavalyi év során szintén felújításra került, kialakítása megfelel a jelenleg hatályos előírásoknak és szabályzatoknak.

3.) Kossuth Lajos u. 70. előtti átkelőhely (PENNY)

8. ábra: Kossuth Lajos u. 70. előtti átkelőhely (PENNY) műholdképe (forrás: Google)

Az átkelőhely a 2x1 sávos Kossuth Lajos utcát keresztezi (**8. ábra**). Az átkelőhely nyugati oldalán lakótelep és PENNY üzletház található, az átkelőhely keleti oldalán szintén lakótelep és kiskereskedelmi és szolgáltató üzletsor található. Az útcsatlakozások mindkét esetben parkoló létesítmények be- és kijáratai. A Kossuth Lajos utcai forgalomcsillapítási projekt keretében 2015-ben kerékpársávok is kijelölésre kerültek.

3.2.2 Középszigetes elválasztás nélküli gyalogátkelőhelyek

4.) Völgy u. – Béke tér átkelőhely (35,36 buszmegálló alatt)

9. ábra: Völgy u. – Béke tér átkelőhely (35,36 buszmegálló alatt) műholdképe (forrás: Google)

Az átkelőhely a 2x1 sávos Völgy utcát keresztezi (**9. ábra**). Az átkelőhely mindkét oldalán egy-egy buszmegálló is található a Völgy u. mentén. A csomópont északkeleti ága a Béke tér felé vezet, mellékirányú gyűjtőútként is funkcionál. Az átkelőhely északi és déli-délnyugati oldalán lakótelep és társasházak találhatóak. A csomópont keleti oldalán a csepeli sporttelep terül el, amely a kerület legnagyobb kiterjedésű sport funkciójú területe, bár jelenlegi forgalma méretei ellenére elenyésző.

5.) Erdősor u. – Technikus u. átkelőhely

10. ábra: Erdősor u. – Technikus u. gyalogátkelőhely műholdképe (forrás: Google)

Az átkelőhely a 2x1 sávos Erdősor utcát keresztezi (**10. ábra**). Az átkelőhely északi, északkeleti oldalán lakótelep, a nyugati oldalon kiskereskedelmi és kulturális egységek mögöttük lakótelep, déli oldalon kertes házas övezet található. A Technikus utca kis forgalmú lakóút, az Erdősor utca északi oldalán parkoló létesítményen belüli szervizút található.

6.) Erdősor u. – Festő u. gyalogátkelőhely

11. ábra: Erdősor u. – Festő u. csomópont műholdképe (forrás: Google)

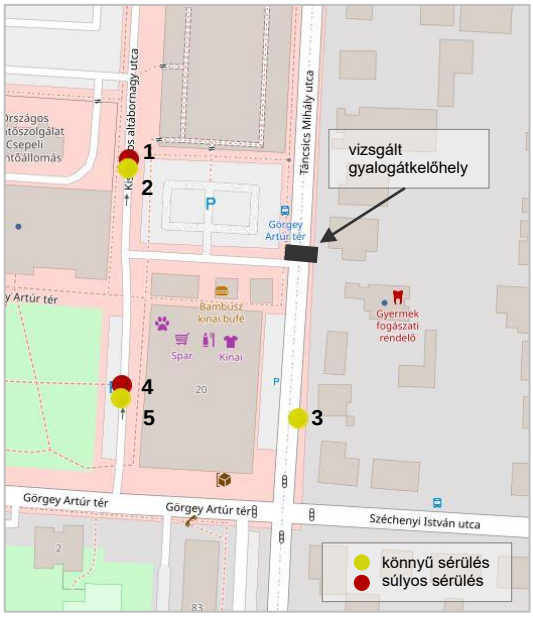
Az vizsgált átkelőhely a 2x1 sávos Erdősor utcát keresztező átkelő (**11. ábra**). Az Erdősor utca főgyűjtőútként funkcionál, a csomópontban bele torkolló Festő utca mellék irányú gyűjtőút. A csomópontból délnyugati irányba indul a Nyuszi sétány, amely lakóút a környező lakótelepet szolgálja ki. A csomópont északi oldalán egy nagy férőhelyű óvoda található, az átkelőhelytől keleti irányban kertes házas beépítés jellemző, az Erdősor utca mentén kiskereskedelmi létesítményekkel.

3.3 Baleseti adatok gyűjtése

A vizsgálatban szereplő átkelőhelyek baleseti adatait a WebBal rendszer használatával gyűjtöttem. [**8**] Kiindulási szűrési feltételként a gyalogátkelőhelyek 100-100 méteres körzetét adtam meg. A baleseti adatok megjelenítéséhez a WebBal térképes megjelenítő funkcióját használtam, ahol szín szerint jelölt a könnyű sérülés (sárga kör) és a súlyos sérülés (piros kör). A vizsgált helyszínek környezetében halálos baleset nem történt. A következő alfejezetekben az egyes helyszínek baleseti adatait mutatom be, különös tekintettel a gyalogos érintettségű balesetekre.

3.3.1 Középszigettel elválasztott gyalogátkelőhelyek

1.) Táncsics Mihály u. 106. (Deák tér) előtti átkelő



*12. ábra: Táncsics Mihály u. 106. Deák tér előtti átkelőhely baleseti térképe (forrás: WebBal **[8]**, saját szerkesztés)*

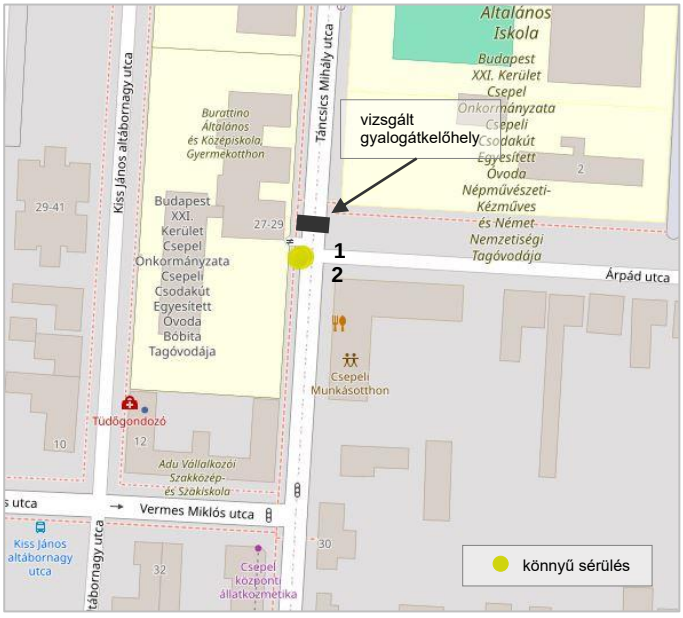
Az átkelőhely keresztmetszetében az adatbázis szerint nem volt baleset. (**12. ábra**) A Táncsics Mihály utca déli ágán (3. sz. eset) két szemben haladó jármű ütközött, melyek közül az egyik jármű balra fordult. (**1. táblázat**). Az átkelőhely 100 méteres vonzáskörzetében három gyalogos érintettségű baleset volt (2., 4., 5. sz.), ezek a kiemelten magas gyalogos közlekedők részaránya miatt történhettek. A területen a személygépjárműves közlekedés forgalomlefolyásának javítása érdekében egyirányúsítást vezettek be pár hónapja, viszont igazán nagy közlekedésbiztonság

fokozó hozadéka a Kiss János altábornagy u., Deák Ferenc tér, Görgey tér, valamint a csatlakozó lakótelepi szervizutak egységes csökkentett sebességű zónába sorolásának lenne.

*1. táblázat: Táncsics Mihály u. 106. Deák tér előtti átkelőhely baleseti adatok (forrás: WebBal [**8**])*

Ssz.	Baleset ideje	Kimenetel	Létszám	Baleset típusa
1	2013.01.07 16:55	súlyos sérüléses	1	Egyéb keresztirányból érkező, kanyarodó járműütközések
2	2015.04.28 12:15	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése, a gyalogos az úttesten halad a jármű menetirányával ellentétes irányba.
3	2015.05.09 18:50	könnyű sérüléses	3	Szembe haladó járművek ütközése útkereszteződésben, az egyik résztvevő BALRA kanyarodik
4	2018.10.18 10:16	súlyos sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésen kívül
5	2022.09.11 14:00	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésen kívül

2.) Táncsics Mihály u. – Árpád u. átkelőhely



*13. ábra: Táncsics Mihály u. – Árpád u. átkelőhely baleseti térképe (forrás: WebBal [**8**], saját szerkesztés)*

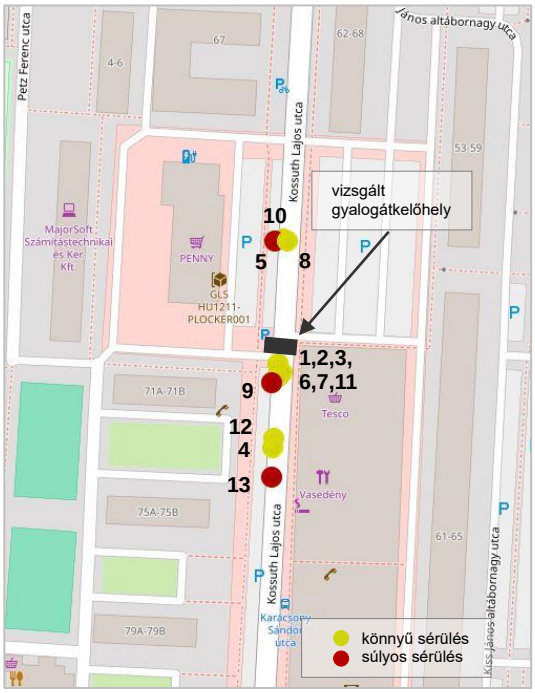
Az átkelőhely keresztmetszetében nem volt gyalogos érintettségű baleset (**13. ábra**). A rögzített két baleset mind járművek között történt (**2. táblázat**). A balesetek

adódhattak a csomópont kedvezőtlen geometriai kialakításából, mivel az Árpád utca felől érkezők számára a délkeleti sarkon lévő Munkásotthon épülete miatt nem biztosított a közeledési látóháromszög.

*2. táblázat: Táncsics Mihály u. – Árpád u. átkelőhely baleseti adatok (forrás: WebBal [**8**])*

Ssz.	Baleset ideje	Kimenetel	Létszám	Baleset típusa
1	2013.09.07 15:45	könnyű sérüléses	1	Szilárd tárgynak ütközés az útpályán.
2	2015.11.05 7:25	könnyű sérüléses	1	Utoléréses baleset két vagy több résztvevővel, az egyik megállt.

3.) Kossuth Lajos u. 70. előtti átkelőhely (PENNY)



*14. ábra: Kossuth Lajos u. 70. előtti átkelőhely (PENNY) baleseti térképe (forrás: WebBal [**8**], saját szerkesztés)*

Ebben a csomópontban annyira sok baleset volt, hogy a szűrési feltételeknél 50-50 méteres körzetre szűrtem (**14. ábra**). Az úton 2015-ben volt egy nagyszabású vonali forgalomcsillapítási projekt, mely keretében a Kossuth Lajos utca keresztmetszete újragondolásra került. Kétoldali kerékpársávot jelöltek ki és több új kijelölt gyalogátkelőhely is létesült. A projekt elemei között a parkolási rend is átalakításra került volna a merőleges helyeket 45°-os menetirányból tolatva megközelíthetőre

tervezték a kerékpárosok beláthatósága miatt. Több helyen meg is történt a szegélyek átépítése, de a közakarat nem volt hajlandó átszokni, a mai napig orral 90°-ban használják ezeket a helyeket, jelentős területi veszteségek mellett. A projekt keretében a teljes tervezési szakaszon minden régi és új átkelőhely középszigetes kialakítást kapott. A vizsgáltomban szereplő átkelőhely kijelölése is ekkor történt meg. Ezen projekt fényében (**3. táblázat** szerint) a 2015 előtti 1. és 3. gyalogos érintettségű gázolásos balesetekre biztonságos megoldás épült, illetve a 2. és 4. számú szemben haladó járművek problémája is megoldásra került az átkelő 70-70 méteres környezetében bevezetett előzési tilalom miatt.

Bár a fejlesztés növelte a védtelen közlekedők biztonsági szintjét, a forgalomnagyságok miatt továbbra is magasnak mondható a gyalogos érintettségű baleset részaránya, ez az esetek 50%-a. Későbbi fejezetben részletesebben értékelésre kerül majd az átkelőhely biztonsági szintje, ott be fogom mutatni milyen infrastrukturális fejlesztésekre lenne még szükség, hogy a magas baleseti részarány csökkenjen. Ami viszont pozitívumként említhető, hogy az úton kerékpáros baleset nem történt bejegyzésre a WebBal rendszerbe sem a fejlesztési projekt előtti időszakból, sem azutánról.

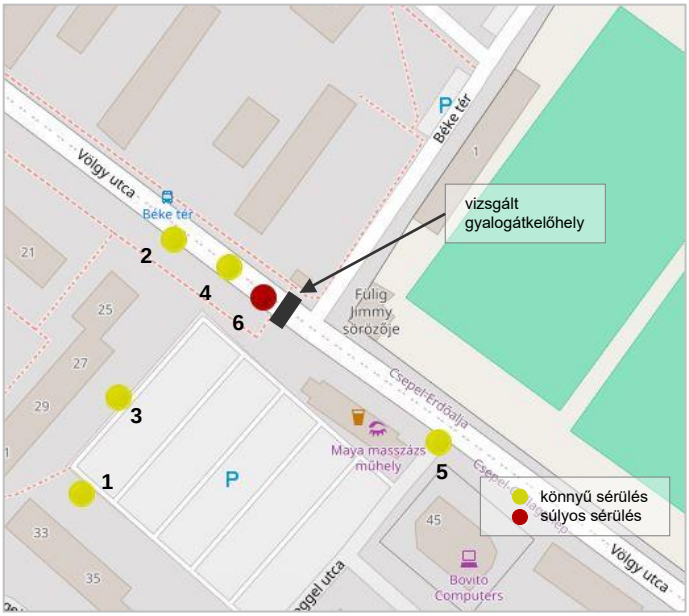
*3. táblázat: Kossuth Lajos u. 70. előtti átkelőhely (PENNY) baleseti adatok (forrás: WebBal [**8**])*

Ssz.	Baleset ideje	Kimenetel	Létszám	Baleset típusa
1	2011.03.29 17:20	súlyos sérüléses	1	A menetirány szerint JOBB oldalon álló, várakozó jármű, egyéb akadály előtt (mögött) áthaladó gyalogos elütése
2	2011.09.30 11:30	könnyű sérüléses	1	Egyenes úton szembe haladó járművek ütközése, az egyik résztvevő előz vagy forgalmi sávot vált
3	2011.10.25 10:20	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben nem kijelölt gyalogosátkelőhelyen
4	2011.12.12 13:30	könnyű sérüléses	2	Szembe haladó járművek ütközése útkereszteződésben, az egyik résztvevő BALRA kanyarodik
5	2014.01.23 16:50	súlyos sérüléses	1	Egyéb egyjárműves (magános) közlekedési baleset
6	2014.10.09 14:50	könnyű sérüléses	1	Egyéb, várakozó járműnek ütközés
7	2015.07.06 20:10	könnyű sérüléses	1	Azonos irányból érkező járművek ütközése útkereszteződésben, az egyik jármű JOBBRA kanyarodik
8	2015.12.21 16:30	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben kijelölt gyalogos-átkelőhelyen
9	2016.11.05 19:25	súlyos sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben nem kijelölt gyalogosátkelőhelyen

Ssz.	Baleset ideje	Kimenetel	Létszám	Baleset típusa
10	2019.07.25 16:10	könnyű sérüléses	1	Azonos irányból érkező járművek ütközése útkereszteződésben, az egyik jármű JOBBRA kanyarodik
11	2020.02.29 18:30	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése nem útkereszteződésben, kijelölt gyalogos-átkelőhelyen
12	2020.08.14 7:10	könnyű sérüléses	1	Egyéb, azonos irányba haladó kanyarodó járművek ütközése.
13	2021.10.26 17:46	súlyos sérüléses	1	Gyalogos elütése az úttesten, tömegközlekedési jármű megállójában
14	2023.09.23 14:00	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben kijelölt gyalogos-átkelőhelyen

3.3.2 Középszigetes elválasztás nélküli gyalogátkelőhelyek

4.) Völgy u. – Béke tér átkelőhely (35,36 buszmegálló alatt)



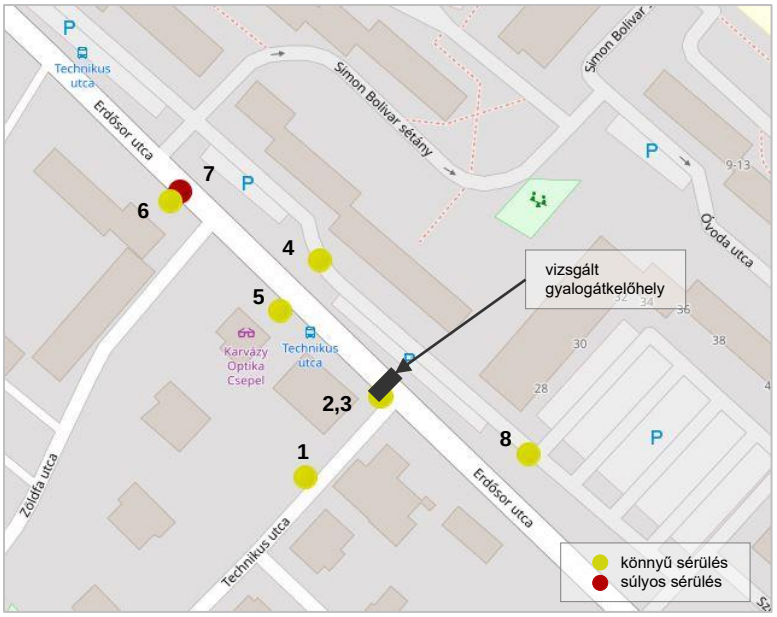
15. ábra: Völgy u. – Béke tér átkelőhely (35,36 buszmegálló alatt) baleseti térképe (forrás: WebBal [8], saját szerkesztés)

Az átkelőhely keresztmetszetében több baleset is volt (**15. ábra**). Ezek közül két esetben (4., 6.) kijelölt gyalogátkelőhelyen elsőbbség meg nem adásából fakadó ütközés történt (**4. táblázat**). Az első esetben egy gyalogos gyermek (15 éves) sérült, míg utóbbiban két buszon utazó utas szenvedett súlyos sérüléseket. A többi eset személyi mulasztások miatt bekövetkezett baleset volt.

*4. táblázat: Völgy u. – Béke tér átkelőhely (35,36 buszmegálló alatt) baleseti adatok (forrás: WebBal [**8**])*

Ssz.	Baleset ideje	Kimenetel	Létszám	Baleset típusa
1	2014.06.20 3:00	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésen kívül
2	2014.07.19 13:50	könnyű sérüléses	2	Azonos irányból érkező járművek ütközése útkereszteződésben, az egyik jármű BALRA kanyarodik
3	2014.10.17 14:00	könnyű sérüléses	1	Azonos irányból érkező járművek ütközése útkereszteződésben, az egyik jármű BALRA kanyarodik
4	2017.12.07 18:00	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése nem útkereszteződésben, kijelölt gyalogos-átkelőhelyen
5	2018.06.27 15:40	könnyű sérüléses	1	Egyéb baleset azonos irányba egyenesen haladó járművek között.
6	2019.12.17 16:57	súlyos sérüléses	2	Utasbalesetek

5.) Erdősor u. – Technikus u. átkelőhely



*16. ábra: Erdősor u. – Technikus u. gyalogátkelőhely baleseti térképe (forrás: WebBal [**8**], saját szerkesztés)*

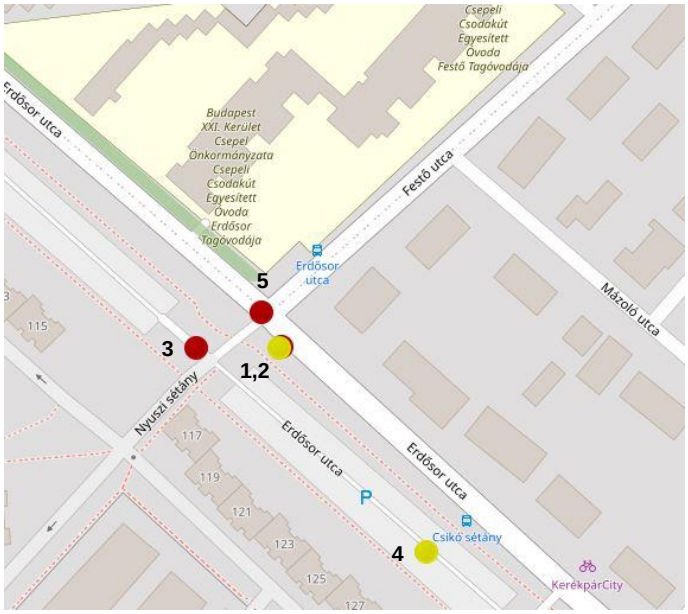
Az átkelőhely környezetében több baleset is történt (**16. ábra**). Kiemelten magas az Erdősor úton történt esetekből a gyalogos érintettségű esetek száma. A 2. és 3. eset kijelölt átkelőhelyen történő átkelés közben, a 4. és 8. eset nem kijelölt helyen történő átkelés során bekövetkezett baleset volt (**5. táblázat**). Ezek a rossz mutatószámok feltételezésem szerint két fő okból adódhatnak. Az egyik, hogy a kijelölt átkelőhely

déli oldalán villanyoszlopok zavarják a beláthatóságot, erről majd az átkelőhely biztonsági elemzésénél még említést teszek. A másik ok az lehet, hogy a gyalogátkelőhelytől távolabbi buszmegálló megközelíthetősége gyalogos szempontból nem teljesen rendezett. Az átkelőhelytől nyugatra eső lakóteleprő́l nagy létszámban érkező gyalogosok csak aránytalanul nagy kerülővel vehetik igénybe a kijelölt gyalogátkelőhelyet. Az átkelésre jelenleg használt keresztmetszet viszont 90 méterre van egy jelzőlámpás csomóponttól. Megoldást jelenthetne a rendezett átkelésre, ha Simon Bolivár sétány becsatlakozásánál létesítenének kijelölt gyalogátkelőhelyet. Ekkora kerülő talán még a környéken lakóknak is elfogadható lenne a biztonságosabb átkelés érdekében.

*5. táblázat: Erdősor u. – Technikus u. gyalogátkelőhely baleseti adatok (forrás: WebBal [**8**])*

Ssz.	Baleset ideje	Kimenetel	Létszám	Baleset típusa
1	2013.06.04 14:15	könnyű sérüléses	1	Keresztirányból érkező, azonos irányba továbbhaladó járművek ütközése, az egyik jármű JOBBRA kanyarodik
2	2016.09.30 18:55	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben kijelölt gyalogos-átkelőhelyen
3	2016.10.06 6:15	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben kijelölt gyalogos-átkelőhelyen
4	2022.05.18 6:50	könnyű sérüléses	2	Gyalogos elütése útkereszteződésen kívül
5	2022.09.05 19:32	könnyű sérüléses	7	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, a menetirány szerinti BAL oldalon és szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül (fa, oszlop, támfal stb.)
6	2022.10.14 17:00	könnyű sérüléses	1	Keresztirányból érkező járművek ütközése, az egyik jármű BALRA kanyarodik.
7	2023.02.28 7:25	súlyos sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben nem kijelölt gyalogosátkelőhelyen
8	2023.11.18 12:05	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésen kívül

6.) Erdősor u. – Festő u. gyalogátkelőhely



*17. ábra: Erdősor u. – Festő u. csomópont baleseti térképe (forrás: WebBal [**8**], saját szerkesztés)*

Az átkelőhely környezetében számos baleset történt (**17. ábra**). A csomópontban lévő esetek közül az összes baleset gyalogos érintettségű (1., 2., 5.) és ebből kettő (1., 2.) a vizsgált kijelölt átkelőhelyen történt (**6. táblázat**). Bár a baleset pontos időpontja alapján csak egy baleset történt éjjeli látásviszonyok között, a keresztmetszetben nem megfelelő a közvilágítás szintje. Az elmúlt évek jogszabályi változása miatt a korábban normál kivitelű „kijelölt gyalogátkelőhely” táblákat sárga keretűekre cserélték, ami jelentősen javította a keresztmetszet helyének észlelhetőségét, de a gyalogosok továbbra is nehezen kivehetőek. Ennek fejlesztésére idén tavasszal került kiépítésre az átkelőhely „okossá” alakítása, amely során kapu hatást keltő tartóoszlopokat állítottak, a kapu tetejéről pedig két belső megvilágítású tábla lóg le. Az átkelőhely környezetének emelt szintű, a közvilágítástól eltérő színhőmérsékletű megvilágítása ezidáig elmaradt, így a láthatóság számottevően nem javult.

*6. táblázat: Erdősor u. – Festő u. csomópont baleseti adatok (forrás: WebBal [**8**])*

Ssz.	Baleset ideje	Kimenetel	Létszám	Baleset típusa
1	2014.04.10 8:30	könnyű sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben kijelölt gyalogos-átkelőhelyen
2	2019.12.22 21:25	súlyos sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésen kívül

Ssz.	Baleset ideje	Kimenetel	Létszám	Baleset típusa
3	2021.04.23 18:40	súlyos sérüléses	1	Szilárd tárgynak ütközés az útpályán.
4	2022.06.29 13:45	könnyű sérüléses	2	Keresztirányból érkező járművek ütközése, az egyik jármű BALRA kanyarodik.
5	2022.08.22 10:56	súlyos sérüléses	1	Gyalogos elütése útkereszteződésben kijelölt gyalogos-átkelőhelyen

3.4 Gyalogos átkelőhelyek biztonsági elemzése

A biztonság értékelése egy kissé szubjektív fogalom. Saját definícióm szerint az tekinthető biztonságosan használható infrastruktúrának, ami bárki által rendeltetésszerűen használható, nem okoz személyi vagy anyagi jellegű sérülést és használata közben nem kerülünk veszélyhelyzetbe és nem okozunk azt. A biztonságos infrastruktúra használata magas számú igénybevétel mellett is alacsony baleseti arányt mutat. Amennyiben mégis megtörténik a baj, az infrastruktúra kialakítása törekedjen a károk mérséklésére, ezt úgy is nevezik a szakirodalmakban, hogy megbocsátó infrastruktúra.

A kijelölt gyalogátkelőhely létesítés feltételeit a korábbiakban már ismertettem. A korábbi fejezetekben (**1.1 fejezet**) részletesen tárgyalt előírások betartása nagyban segíti a biztonságos kialakítást, azonban azok szó szerinti betartása még nem jelenti egyértelműen a biztonsági megfelelőséget. Minden csomópont egyedi körülményeket hordoz, ezen körülmények feltárását a tervezés során körültekintően figyelembe kell venni. Hazánkban az európai szabályozással összhangban jól működik a közúti biztonsági auditálás folyamata. Ennek kereteit szabályozza az e-UT 02.01.42:2009 Közúti biztonsági audit c. előírás [**9**], ami a fent említett jogszabályok mellett segítséget nyújtott a vizsgálatban szereplő átkelőhelyeim értékelési szempontrendszerének kialakításában.

3.4.1 Elemzési szempontrendszer és a PECA rendszer használata

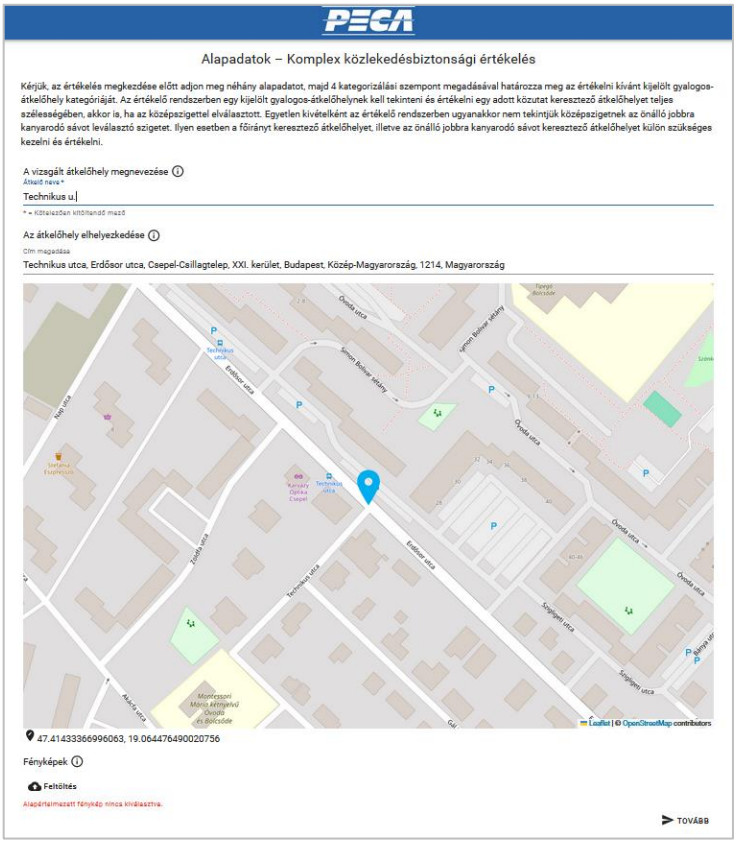
A részletes elemzési kérdéslista kidolgozásához a 20/1984. (XII. 21.) KM rendelet [**3**], a Zebraminimum [**10**] és a Közúti biztonsági audit [**9**] előírásait vettem alapul. A kutató munka folyamán rátaláltam a KTI által gondozott PECA – Pedestrian Crossing Analyzer internetes applikációra, amelyet 2022 decemberében adtak át a

közönségnek [**11**]. Az ingyenesen elérhető oldalt önkormányzatok számára fejlesztette a Közlekedéstudományi Intézet. Célja, hogy minden döntéshozó könnyen elérhető és felhasználóbarát módon segítséget kaphasson arról, hogy a vizsgálandó kijelölt gyalogátkelőhely mennyire biztonságos a mérhető mutatók szerint [**12**]. Az applikáció nagy előnye, hogy az általam is megtalált „száraz” előírások helyett sok magyarázattal, válaszlehetőségekkel támogatja a kitöltést. Az előírásoknak való megfelelőség mellett menetdinamikai és forgalomlefolyási szempontokat is vizsgál. Az egyes vizsgálati paraméterek alapján szempontcsoportokba gyűjtve 1-10 pontig terjedő skálán osztályozza az átkelőhelyet, majd egy összesített végeredményt ad, amely alapján az önkormányzatok dolgozói számára is könnyen eldönthető szükséges-e további fejlesztés és szakemberek bevonása. Az applikáció hátrányaként említhető, hogy nem teljes funkcionalitással működik. Bizonyos részek nem kerülnek kiértékelésre és a mentés funkció sem elérhető. Ettől függetlenül a könnyű elemzési módszertan miatt az applikáció segítségével fogom értékelni a vizsgált átkelőhelyeket néhány szükséges kiegészítéssel élve. Végeredményben minden átkelőhely pontszámos értékelésre kerül, amely az összehasonlíthatóságot segíti.

A gyalogátkelőhely értékelő applikációban kétféle elemzés elkészítésére van lehetőségünk. Komplex közlekedésbiztonsági értékelésre és a Zebraminimumnak való megfelelés értékelésére (**18. ábra**). Dolgozatom során az első módszertan szerint fogom elvégezni az elemzést.

*18. ábra: PECA Kijelölt gyalogátkelőhely értékelő applikáció (forrás: [**12**])*

A módszertan kiválasztása után az átkelőhely alapadatainak megadására van szükség (**19. ábra**). Itt egy csomópont nevet és címet kell kiválasztanunk, amelyhez térképes kereső is segítségül szolgál. A helymeghatározás alapján az applikáció automatikusan kitölti a címsort, valamint kilistázza a választott pont WGS-84 szerinti koordinátáit. Amennyiben szeretnénk, a felületen lehetőség van fénykép feltöltésére is az átkelőhelyről.



*19. ábra: PECA applikáció – alapadatok (forrás: [**12**])*

Továbblépés után az átkelőhely kategóriájának meghatározása következik. Értékelésre kerül itt, hogy mi a szabályozás módja (jelzőtábla vagy fényjelző berendezés), az átkelőhely által keresztezett forgalmi irányok száma, meg kell jelölni, hogy fordulásból érkező forgalom van-e, illetve az egyenesen haladók egy vagy több irányból érkeznek-e. Az applikáció minden kérdésnél és válasznál szemléletes segítségekkel támogatja a kitöltést (**20. ábra**).

*20. ábra: PECA applikáció – kategorizálás (forrás: [**12**])*

Ezt követő lépésként elérkezünk a korábban már említett szempontcsoportokhoz. Három megközelítés szerint kell a vizsgálatokat elvégezni. Az első az irányfüggetlen és gyalogos szemszögéből történő kiértékelés, majd a két forgalmi irány a járművezetők szemszögéből külön-külön értékelendő (**21. ábra**).

*21. ábra: PECA applikáció – értékelési szempontok (forrás: [**12**])*

Az értékelés szempontjainak listáját a dolgozat terjedelme miatt az **M1. melléklet** tartalmazza. Összefoglalva elmondható, hogy az alábbi tényezők vizsgálatát elemzi az applikáció minden átkelőhelyre.

20/1984 (XII.21.) KM rendelet szerinti feltételek:

- beláthatóság 50-50 méterről teljesül-e?
- mik a forgalomnagyságok (jármű és keresztező gyalogosok)
- átkelési szakaszon a burkolatszélesség mennyi, sziget alkalmazott-e? (7-8,5m ellenőrzése)
- kapcsolódó gyalogos infrastruktúra szabályosan megközelíthető-e?
- közvilágítás van-e, megfelelő-e?
- buszmegálló távolságok (előtte 15 m utána 5 m) teljesülnek-e, megállókba eljutás járdán biztosított-e az átkelőhelytől?
- fényjelző készülék van-e a közelben? (100 méteren belül, 300 m-en belül, 300-800m közötti jelzős csomópontok közé esik-e a vizsgált átkelő)

„Zebraminimum" jelzésrendszere szerinti feltételek:

- meglévő forgalomtechnikai és egyéb elemek minősége (tábla, burkolati jel, növényzet)
- FNS keretű „Kijelölt gyalogos-átkelőhely" táblák vannak-e?
- útpálya szűkítés (szigettel vagy járdákkal) van-e
- „Gyalogosátkelés" veszélyt jelző tábla és burkolati jel van-e?
- megvilágítási szint előírás szerinti-e?
- taktilis elemek megvannak-e (figyelmeztető jel minimum 60 cm diagonális kúpokkal, vezetősáv minimum 30 cm harántbordákkal 1,6 m szabad űrszelvénnyel), állapotuk jó-e?
- egyéb elemek, jelzések (pl. mobiltelefon használatát tiltó festés max. 0,3 m betűmagassággal).

Menetdinamikai szempontok:

- könnyen felismerhető-e a forgalmi helyzet
- az átkelőhely környezetében van-e egyéb zavaró környezeti tényező
- figyelmet elvonó manőverre az átkelőhely környezetében szükség van-e az áthaladás során
- mekkora a valós forgalomáramlási sebesség

A TDK dolgozatban két átkelőhely biztonsági elemzését végeztem el az applikáció segítségével. Az értékelés részletes összefoglalóját a Kossuth Lajos u. 70. (PENNY) kijelölt gyalogátkelőhely esetében az **M2. melléklet**, az Erdősor u. – Technikus u. kijelölt gyalogátkelőhely esetében az **M3. melléklet** tartalmazza. A következő táblázat foglalja össze a szempontcsoportonként kapott pontszámokat (**7. táblázat**).

*7. táblázat: Átkelőhelyek biztonsági értékelése PECA applikáció segítségével (forrás: [**12**])*

Szempontcsoport	**Pontszám**	
	Kossuth u. 70 (PENNY) gyalogátkelőhely	**Erdősor u. - Technikus u. gyalogátkelőhely**
Környezeti adottságok, elhelyezés	9	8
Forgalmi rend	7	7
Horizontális jelzésrendszer	7	8
Vertikális jelzésrendszer	6	10
Gyalogosok és járművezetők egymást történő érzékelése	8	8
Észlelés éjszaka, közvilágítás	10	10
Gyalogos felállóhelyek várakozási terület	9	7
Forgalom jellemzői	5	4
Összes pontszám	**61**	**62**
Megfelelőség százalékban	**76%**	**78%**

A biztonsági szempontok alapján mindkét csomópont esetében a forgalom jellemzői kapták a legrosszabb pontszámokat. Ez a szempontcsoport magában foglalja a forgalomnagyságokat, a járműforgalomban a nehéz gépjárművek részarányát, valamint az átkelőhelyek valós megközelítési sebességét. Ahhoz, hogy ez a tényező javulhasson forgalomcsillapítást, sebességkorlátozást, nehézgépjárművek részarányának csökkentését lehetne kitűzni célul. Mivel azonban mindkét keresztmetszetben gyűjtőút funkciójú főútról beszélünk, ahol a magas nehézgépjármű arányt az arra közlekedő tömegközlekedési buszok adják jelenleg egyik cél sem lenne reálisan megvalósítható komplex szemléletű hálózat és területfejlesztés nélkül. Ezekből adódó veszélyekre tehát fel kell készülni, és baleset esetén mérsékelni a bekövetkező károkat.

4 VIZSGÁLATI MÓDSZERTAN BEMUTATÁSA

Korunk technológiai fejlettségének köszönhetően már számos olyan kutatást is el lehet végezni, amely korábban nehézkesen lett volna megoldható. A mérési pontosságok növekednek, a kiértékelés nagyobb számú minták alapján gépi feldolgozással könnyebben megvalósítható. Szakdolgozatomban én is egy technológiai újítás lehetőségeit fogom felhasználni és reményeim szerint kibővíteni az alkalmazhatósági határait.

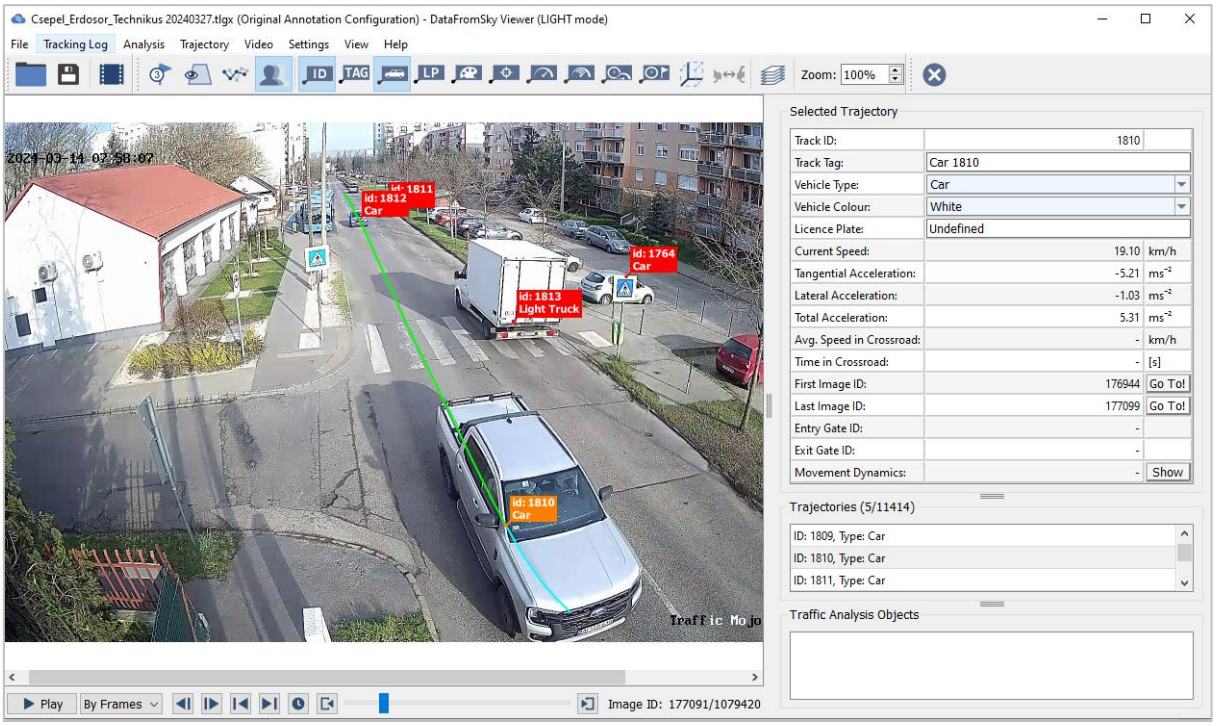
Az irodalomkutatások alapján is látható volt, hogy videokamerás felvételek készítésével és a felvételek képi elemzésével nagy mennyiségű és kellően pontos adat gyűjthető. Erre teszek én is kísérletet a dolgozatom keretében. A mérések és kiértékelések technológiai hátterét a Create Value Kft. saját fejlesztésű Traffic Mojo szolgáltatása adja. A szolgáltatás magában foglalja a terepi videokamerás mérést, amely az út mellé elhelyezett „standalone” eszközökkel történik, valamint a felvételek irodai utófeldolgozását és szakmai kiértékelését. Dolgozatom során a minél nagyobb arányú önálló munka szellemében a részben a terepi mérések elvégzésében és a nyers adatok teljes kiértékelésében vettem részt.

A terepi elhelyezéseknél a videokamerák magassága 5-6 méter között változott, a helyszíni adottságoktól (oszlopok egyéb tartozékai) függően. Minden mérési pontnál közvilágítási oszlopok mellé került telepítésre a kamerákat tartó teleszkópos állvány. A felvételek elkészülése után azok egy képi elemző szoftverbe kerültek további feldolgozás céljából. Az alkalmazott Data From Sky TrafficSurvey szoftver az RCE Systems cseh cég fejlesztése. Gépi látás segítségével a közlekedők mozgását trajektóriákká konvertálja, a későbbiekben szoftver segítségével számos vizsgálat elvégzése megtehető, amelyeket a későbbi alfejezetekben részletesebben ismertetek.

Jelen TDK dolgozat keretében 1-1 gyalogátkelőhely mérését és részleges értékelését fogom bemutatni, amely terveim szerint a Szakdolgozatomban 3-3-ra nő.

4.1 Data From Sky szoftver ismertetése

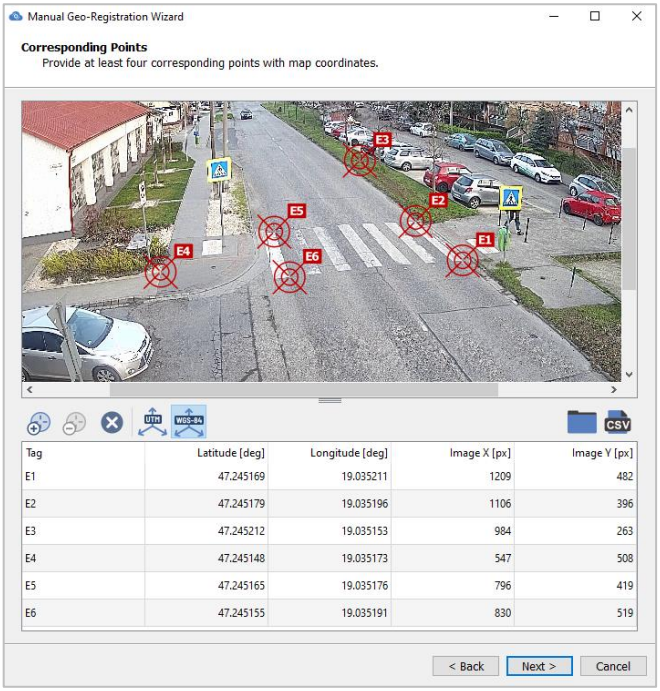
A kiértékelés első lépéseként a felvételeket hozzá kell rendelni egy „projekthez”, majd lefuttatni a konvertálást, ami létrehozza a trajektóriákat. Amikor ez megtörtént meg lehet kezdeni a feldolgozást és adatkinyerést.



22. ábra: Feldolgozó szoftver kezdőképe (forrás: Data From Sky szoftver)

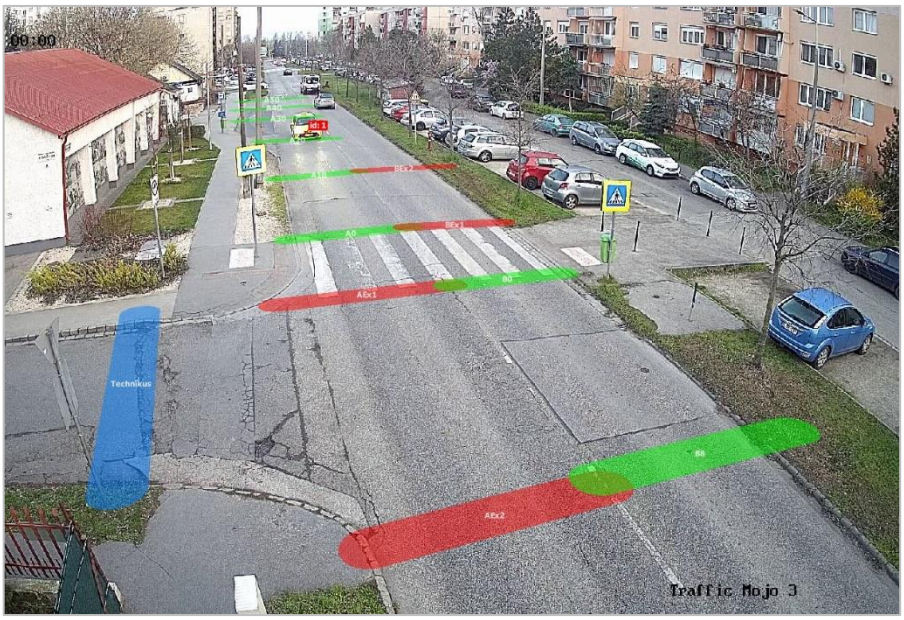
A fenti ábrán (**22. ábra**) látható a feldolgozó szoftver. Középen található a videó elemző, amelyre rávetítve jelennek meg a feldolgozott trajektóriák. Alsó sorban találhatók a felvétel lejátszását vezérlő gombok. Egy járművet kiválasztva megjelenik annak trajektóriája és a jobb oldali ablakrészben a jármű kategóriába sorolása, a hálózatra belépés és kilépés időbélyege és az aktuális menetdinamikai paraméterei. Sajnos a mérési magasság és a kalibrálás pontatlansága miatt a sebességi és gyorsulási értékek hibával terheltek.

A feldolgozáshoz a fenti menüsor elemeinek használata szükséges. A tracking log és Analysis fülek tartalmazzák a használható lépéseket, míg a Trajectory, Video, Settings, View és Help fülek alatt a megjelenítések részletes beállításait találhatjuk. Első lépésként a csomópont georeferálását végeztem el, ehhez a terepi mérés során geodéziai pontokat mértünk fel. Túl sok referenciapontot nem tud lekezelni a szoftver a képtorzulásból eredő nagy kijelölési hibák miatt, ezért én 6 terepi pont felvételét végeztem el minden gyalogátkelőhely környezetében (**23. ábra**).



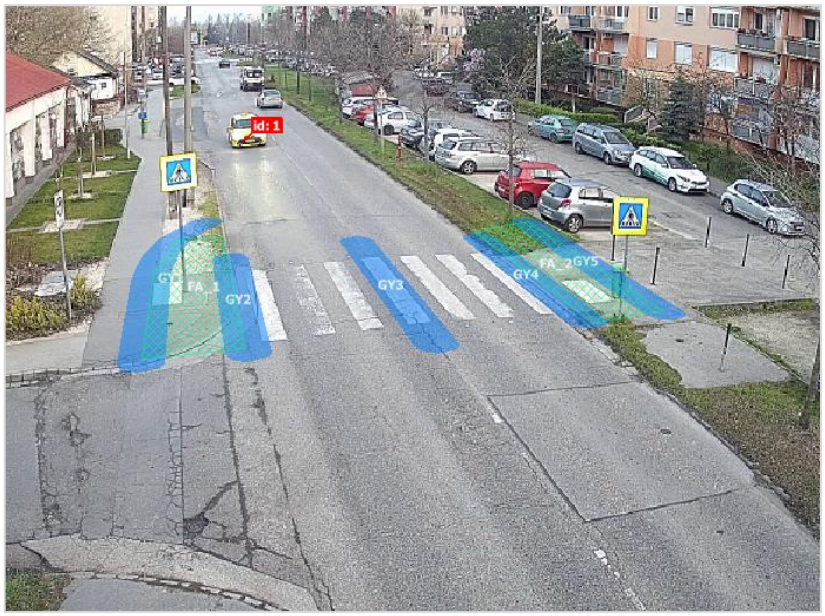
23. ábra: Georeferálás pontjai (forrás: Data From Sky szoftver)

A referálás után a szoftver átszámítja a trajektória pixelben meghatározott paramétereit méterre és kilométerre, de ahogyan említettem ez a lépés kissé pontatlan. A sebességi pontatlanságok korrigálására a mérés során szakaszok átlagsebességeit számoltam utófeldolgozás keretében, ehhez 10 méterenként helyeztem el kapukat a belátható csomóponti ágakon (**24. ábra**).



24. ábra: Technikus utca átkelőhelynél elhelyezett járműkapuk (forrás: Data From Sky szoftver)

A gyalogosok közlekedésének felmérésére gyalogos kapukat és zónákat helyeztem el, ezek a járdán az útpadkán és ettől 2-2 méterre helyezkednek el (**25. ábra**). Ellenőrzés céljából az út tengelyére is elhelyeztem egy köztes pontot.



25. ábra: Technikus utca átkelőhelynél elhelyezett gyalogoskapuk és zónák (forrás: Data From Sky szoftver)

4.2 Forgalomszámlálás

A csomópontokban a keresztmetszeti forgalom meghatározása a biztonsági elemzéshez is már szükséges bemenő paraméter volt. Ennek elvégzését egyszerű detektorkapuk elhelyezésével tettem meg. A szoftverben többféle vizsgálati eszköz is elérhető, ennek a célnak ez felel meg a legjobban. A szoftver rögzíti kapu átmetszését egy-egy trajektória által. Sok más adat mellett letárolja a járműazonosítót és az átmetszés időbélyegét. Az előző fejezetben részletezett detektor kapuk közül minden irányon a 0 méterhez tartozó kapuk adatait számoltam meg, a csatlakozó torkolatokban a be és kimenő forgalom egyben került letárolásra. A keresztező gyalogos forgalmat szintén egy keresztmetszetben, a középvonalon áthaladáskor rögzítettem. A nyers adatokat az excel beépített kimutatás táblázat funkciójával készítettem el. A mérési adatok kiértékelése a következő fejezetben olvasható.

4.3 Gyalogos várakozási idők vizsgálata

A gépi látás pontatlansága miatt a várakozási idők vizsgálatát TDK dolgozatomban kézi méréssel kis elemszámú mintán végeztem el. A forgalomszámlálás eredményeiből megkapott csúcsórai forgalmat vettem kiindulásul mindkét csomópont esetében. A célom olyan időszak kiválasztása volt, ahol kellően nagy a gépjárműforgalom nagysága és a gyalogosok intenzitása is. Ezek alapján délután 16:00 és 16:30 között végeztem mérést, negyedórás bontásban.
A mérés során kézzel berögzítettem minden átkelő gyalogos trajektória ID-ját, mellé jegyezve, hogy elsőbbséget kapva vagy üres úton haladt-e át, illetve, ha nem az első jármű engedte át, akkor mennyi elhaladó járművet kellett kivárni. Azt, hogy egy járműnek mikortól kell elsőbbséget adnia az irodalomkutatás alapján vettem fel. Azt feltételeztem, hogy a gyalogos megjelenésekor nagyjából 20 méteren belül lévő autók már nem tudnak elsőbbséget adni, a 20 m vagy ennél távolabbi járművek pedig meg tudnak állni. Aki ezek ellenére sem engedte át a gyalogosokat, annak a járműnek rögzítettem az ID-ját. Feljegyzésre került ezen kívül az elsőbbséget adó járművek ID-ja is.

A várakozási idők megállapításához az előző fejezetben bemutatott zónákat használtam fel. A kézzel rögzített ID-k alapján szűrést végeztem az adatsorból. Leválogattam a feljegyzett gyalogosokat és megvizsgáltam a zónában eltöltött időket. Az így nyert adatok kiértékelését a későbbiekben részletezem.

4.4 Sebességek mérése

Sebességek pontos mérésére sajnos a szoftvert ezidáig nem sikerült rávennem. A kalibrálás pontatlansága nem ad megbízható eredményeket. Ennek részleges kiküszöbölésére találtam azt a megoldást, hogy a járművek és a gyalogosok számára elhelyezek fix távolságban kapukat, majd számolom a szektorban eltöltött idők alapján az átlagos szektorsebességeiket. A kiértékelések során látszódott, hogy a perspektívikus torzulás következtében a távolra (L > 30 m) elhelyezett érzékelő kapuk a trajektória érzékelésének határterületéhez közel esik. Mivel ezen a tartományon „keresgél” a gépi látás, ezért a távoli adatok mérsékelten tűnnek megbízhatónak. Az eredményeknél ez főleg a szórás magasabb értékében mutatkozik meg, illetve a minimális és maximális szektorértékre is több hiba érkezett.

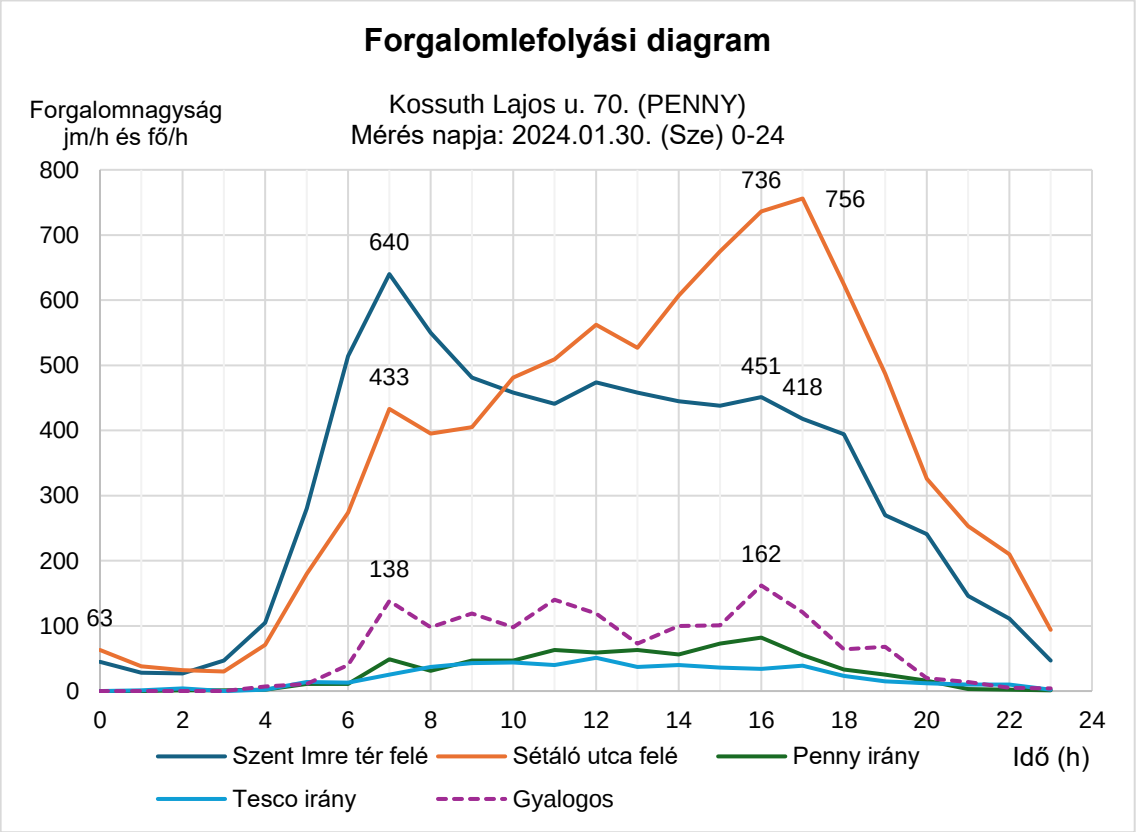
5 VIZSGÁLATI EREDMÉNYEK

5.1 Mért adatok feldolgozása

Ebben a fejezetben összesítem a kapott eredményeimet.

5.1.1 Forgalomszámlálás eredménye

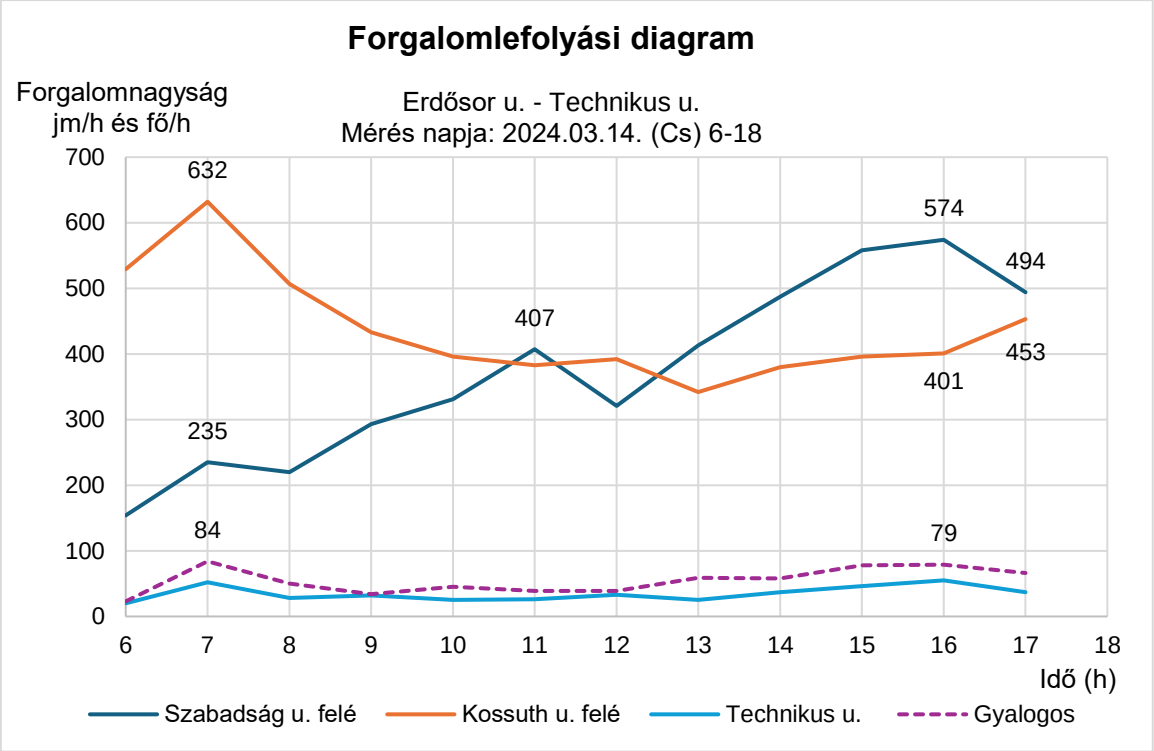
Óránként történő összesítés segítségével az alábbi forgalomlefolyás volt tapasztalható a két vizsgálati keresztmetszetben (**26. ábra**, **27. ábra**).



26. ábra: Forgalomlefolyási diagram Kossuth Lajos u. 70 (Penny) átkelőhelynél (forrás: saját szerkesztés)

A Kossuth Lajos u. 70. sz. közelében lévő középszigettel ellátott gyalogátkelőhely csúcsidei, 16-17 óra közötti forgalma a Szent Imre tér felé 736 jm/h, míg a Sétáló utca felé 451 jm/h. Ehhez ebben az időszakban 162 fő/h keresztező gyalogosforgalom társul. Az **1. ábra** szerinti ellenőrzést elvégezve ezekkel a forgalomnagyságokkal a megengedett 50 km/h sebességre kiadódik, hogy a

keresztmetszetben ez a kialakítás nem lenne megfelelő. Ami miatt forgalmilag mégis működik az átkelőhely az, hogy a Kossuth utcán csúcsidőben jellemző torlódások miatt alacsonyabb, nagyjából 20-30 km/h körüli a valós sebesség.



27. ábra: Forgalomlefolyási diagram Technikus u. átkelőhelynél (forrás: saját szerkesztés)

Az Erdősor u. – Technikus u. csomópontjában csúcsidőben, 16-17 óra között a Szabadság utca felé 574 jm/h, a Kossuth u. felé 401 jm/h közlekedik (ez a keresztmetszeti forgalom maximuma). Ezt keresztező gyalogos forgalom 79 fő/h. Az **1. ábra** szerinti ellenőrzést erre is elvégezve kiadódik, hogy a csomópont kialakítása ebben az esetben megfelelő.

5.1.2 Gyalogos várakozási idők eredménye

A **4.3** fejezetben említett módszertan szerint külön kézi mérést végeztem a Kossuth u. 70. szám alatti gyalogátkelőhelyre és az Erdősor u. – Technikus u. gyalogátkelőhelyre.

8. táblázat: Járművek elsőbbségadás mérési adatai (forrás: saját szerkesztés)

Elsőbbségdási arány	Idő	Kossuth L. u. 70		Technikus u.	
		jm	%	jm	%
Ebből elsőbbséget adott	16:00-16:15	38	12,4%	7	2,7%
	16:15-16:30	34	11,7%	17	7,1%
Nem adott elsőbbséget	16:00-16:15	22	7,2%	8	3,1%
	16:15-16:30	9	3,1%	6	2,5%
Járműforgalom a keresztmetszetben	16:00-16:15	307		259	
	16:15-16:30	291		241	

9. táblázat: Gyalogosok átkelési megoszlása (forrás: saját szerkesztés)

Átkelt gyalogosok száma	Idő	Kossuth L. u. 70		Technikus u.	
		fő	%	fő	%
Elsőbbséget kapott	16:00-16:15	43	82,7%	8	32,0%
	16:15-16:30	54	88,5%	17	60,7%
Üres úton átkelt	16:00-16:15	9	17,3%	21	84,0%
	16:15-16:30	7	11,5%	7	25,0%
Összesen	16:00-16:15	52		25	
	16:15-16:30	61		28	
Átlagos létszám (fő)	16:00-16:30	1,35		1,04	

Szemmel látható volt a különbség a kétféle kialakítású csomópont forgalomlefolyásában, amelyet a mérési adatok is alátámasztottak (**8. táblázat**, **9. táblázat**). A Kossuth u. környezetében bár minden irányú forgalom magasabb volt, a gyalogosok mégis jobban bíztak a járművek elsőbbségadási hajlandóságában. Bátrabban leléptek az úttestre, a várakozást pedig sokszor egészen az út menti sávban a taktilis kősor közelében tették meg. A gyalogosok jellemzően amennyiben nem kaptak elsőbbséget átlagosan 1-2 jármű volt maximum, ameddig várniuk kellett. Ez a magatartási forma valószínűsíthetően annak is köszönhető volt, hogy a nagy járműforgalom (és időnkénti torlódás) miatt a haladási sebesség vélhetően alacsonyabb volt, mint a megengedett 50 km/h. Tapasztalataim szerint a középszigetet tartózkodásra „bentragadásra” jellemzően nem használták a gyalogosok, aki elérte rendszerint kapott is elsőbbséget és tovább haladhatott. A korábbi feltételezésem, miszerint az érkező járművek 20 méteres távolságon belül már nem tudnak elsőbbséget adni, ezen a csomóponton nem teljesült. Sokan nagyjából 15 méteres távolságra a zebrától is észleltek úgy gyalogost, hogy sikeresen megálltak átengedni.

Ezzel szemben a Technikus utcánál a Kossuth Lajos utcával összehasonlításban mintegy 200 darabbal kevesebb jármű érkezik a csúcsórában, és fele annyi

gyalogos. Mégis a gyalogosforgalom lefolyási képe kevésbé folyamatos áramlást mutatott. Itt érezhetően nagyobb haladási sebességgel közeledtek az autók. A gyalogosok láthatóan az útpadkától távolabbi sávban várakoztak az átkelésig (ezt a zóna elhelyezésnél is figyelembe kellett vennem). Véleményem szerint ott érezték biztonságosnak a tartózkodást. Az átkelések során gyakran 2-4 járművet is várakozni kellett mire elsőbbséget kaptak. Az is tapasztalható volt az alacsonyabb forgalomsűrűség mellett, hogy az elsőbbséget nem adó járművek csoportja után a gyalogosok üres úton zavartalanul kelhettek át. A Kossuth utcán annyival magasabb volt a forgalom, hogy két irányból ilyen üresjárat nagyon ritkán adódott a csúcsidőszakban.

A várakozással eltöltött idők számszerűsítése érdekében zónákat vettem fel az útszegélytől 2 méteres távolságra. A Kossuth u. esetében az út szélétől 1-1 méterre is jelöltem ki tartományokat. A sebesség értékek kalibrálásának pontatlansága miatt nem lehet pontosan megmondani, hogy mennyi időt töltött a gyalogos a zónában várakozással és mennyit mozgással, de összehasonlításban már így is releváns képet ad az ott mért tartózkodási idő. Egy 1,5 m/s áthaladással közlekedő gyalogos nagyjából 1,35 másodpercnyi időt tölt el egy 2 méter széles terület keresztezésével zavarás nélkül, 1 méter széles területet ennek fele alatt 0,67 s alatt tesz meg. A **10. táblázat** szerint jól látható, hogy a Kossuth utca esetében viszonylag kevés időt töltenek a zónában átlagosan körültekintéssel és várakozással a gyalogosok.

10. táblázat: Kossuth Lajos u. 70. (PENNY) gyalogátkelőhely felállási területein töltött idők (forrás: saját szerkesztés)

Zónában töltött idők [s]	1 m felálló terület		2 m felálló terület	
	üres úton	elsőbbségadással	üres úton	elsőbbségadással
átlag	0,99	1,17	1,45	1,90
medián	1,00	1,12	1,34	1,72
szórás	0,56	0,57	0,62	0,94

Összehasonlításban kivehető a növekmény a Technikus utca esetében. Üres úton történő átkelésnél is valamivel magasabb a körültekintésre szánt idő (**11. táblázat**). Ez érthető, mivel két irányból is alaposan meg kell győződni a közeledő járművek helyzetéről. Az elsőbbségadás esetén tapasztalt kis különbséget az is adja, hogy a gyalogátkelőhely előtti felálló zónát a gyalogosok szabálytalan megközelítés miatt

részben veszik csak igénybe, illetve vannak, akik 2 méteres távon kívül várakoznak amíg el nem halad a forgalom, hogy megkezdhessék az átkelést.

11. táblázat: Erdősor u. – Technikus u. gyalogátkelőhely felállási területein töltött idők (forrás: saját szerkesztés)

Zónában töltött idők [s]	2 m felálló terület	
	üres úton	elsőbbségadással
átlag	1,55	1,94
medián	1,40	1,60
szórás	0,56	1,14

5.1.3 Sebességek mérése

A **4.4** fejezetben leírt módszertan alapján a **12. táblázat** és a **13. táblázat** tartalmazza a szektorsebességek átlagos értékeit. Ahogyan korábban is említettem sajnos a kapuk és a trajektóriák pontatlansága miatt a sebességek értékei hibával terheltek. Ezek a hibák egyértelműen a technológiai korlátokra vezethetőek vissza. Nem megfelelő kapuelhelyezés, a trajektóriákban tapasztalható pontatlanság (pl. szürkületben nedves úton becsillanó fényszórók miatt nem a jármű valós súlypontjára helyezi a szoftver a trajektóriát, hanem a fényglória közepére), egyéb érzékelési anomáliák is torzítják ezeket az eredményeket. A megbízhatóbb adatok kinyeréséhez egy átfogóbb adatelemzés és tisztítás lenne szükséges, amelyet most a TDK dolgozat időkorlátja miatt nem volt lehetőségem teljeskörűen elvégezni. Dolgozatomban a tüske szerűen kiugró magas (jellemzően akár 80 km/h feletti) sebesség értékeket szűrtem ki adattisztítással.

A feldolgozáshoz nagy mennyiségű automatizált adatgyűjtést végeztem, a Kossuth u. esetén 7510 jármű képezte a mintát, míg a Technikus utcánál 4488 jármű szolgáltatta a minta alapját. Előbbi esetben 24 órás mérésből utóbbiban 12 órás mérésből dolgoztam.

Összehasonlításban számszerűleg is láthatóvá vált, hogy a Kossuth utcában alacsonyabb átlagsebességekkel közlekednek a járművezetők, mint a Technikus utca esetén. A Kossuth utcán a gyalogátkelőhely megközelítő szakaszában (A20 = 20 méterrel az átkelőhely előtt, A10 = 10 méter az átkelőhely előtt) 10,5-11 m/s körüli sebességeket választanak, ami 40 km/h körüli sebességnek felel meg (**12. táblázat**).

12. táblázat: Megközelítési sebességek a Kossuth L. u. 70. (PENNY) gyalogátkelőhely környezetében (forrás: saját szerkesztés)

Sebességek (m/s)	A50-40	A40-30	A30-20	A20-10	A10-0	A0-Ex1	AEx1-Ex2
Átlag	11,959	12,24	12,78	10,94	10,46	9,56	11,22
Medián	11,905	12,50	13,16	11,36	10,87	9,62	11,36
Szórás	3,545	3,80	4,06	3,85	3,63	2,85	2,63

Ezzel szemben a Technikus utca átkelőhely környezetében a teljes szakaszon megfigyelhetőek a magasabb szakaszsebességek, amelyek az 50 km/h sebesség alkalmazására mutatnak.

13. táblázat: Megközelítési sebességek az Erdősor u. – Technikus u. gyalogátkelőhely környezetében (forrás: saját szerkesztés)

Sebességek (m/s)	A50-40	A40-30	A30-20	A20-10	A10-0	A0-Ex1	AEx1-Ex2
Átlag	13,52	14,16	10,59	11,73	13,80	11,02	12,16
Medián	13,89	14,71	10,87	12,50	14,71	11,00	12,50
Szórás	2,60	3,02	2,49	3,15	3,78	2,95	2,08

6 KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

Összességében elmondható, hogy bár a gyalogátkelőhelyek környezetében a biztonság szubjektív, mégis felvehetőek olyan mutatószámok, amelyek kézzel foghatóvá teszik a különbséget az egyes kialakítások között. Fontos, hogy ehhez megfelelően kiválasztott összehasonlítható méréseket végezzünk. A forgalomnagyságok mellett a várakozási területen eltöltött idők és az átkelőhely környezetében tapasztalható sebességek jól mutatták a várakozásoknak megfelelő értékeket. Számokkal igazoltan látható, hogy a középszigetes kialakítás egy kényelmesebb, gördülékenyebb lefolyású áramlást tesz lehetővé a gyalogosok számára, ahol a járókelők bátrabban nagyobb biztonságérzettel közelítenek az úttest felé. Ezzel szemben a folyópályás átkelőhelyen tartózkodással, több várakozási idő után kezdik meg az átkelést a gyalogosok.

Ahhoz, hogy általános következtetést lehessen levonni a középszigetes és középsziget nélküli kialakítások biztonsági különbségeiről mindenképp érdemes több csomópontot is a vizsgálatba bevonni, majd a kapott adatok összefüggőségét statisztikai elemzéssel vizsgálni.

Érdemes lehet ezen kívül olyan időszakokat is összehasonlítani, ahol közel azonosnak mondható a jármű és gyalogos forgalomnagyság. Ezáltal megbízhatóbban kimutathatóak lennének a kialakítás eltéréséből adódó különbségek.

A TDK dolgozat kiterjesztéseként jó lenne a sebességek v_{15} és v_{80} értékeit is meghatározni az egyes vizsgálati keresztmetszetekre, hogy kirajzolódjon mennyire hasonlóak a sebességprofilok az egyes kialakítások mellett.

ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatom első fejezetében körbejártam a gyalogátkelőhelyek létesítésének szabályozási hátterét. Érintettem a 20/1984. (XII. 21.) KM rendeletet és a Zebraminimum vonatkozó fejezeteit. Bemutattam milyen típusú szigetek tervezhetőek és ezek közül melyek alkalmazhatóak gyalogátkelőhely környezetében.

A második fejezetben az átkelőhelyek biztonságosságának külföldi vonatkozású kutatásaiból is ismertettem néhány a témámhoz kifejezetten érdekes gondolatokat hozzáadó cikket.

A harmadik fejezetben bemutattam a kiválasztásra került 3 középszigettel ellátott és 3 középsziget nélküli átkelőhelyet. A geometriai kialakítás rövid jellemzése után ismertettem az átkelőhelyek környezetének baleseti adatait, majd a 6 vizsgálati helyszínből 2 mérési helyszínre elvégeztem a biztonsági elemzést a KTI gondozásában álló PECA (Pedestrian Crossing Analyser) segítségével.

A negyedik fejezetben ismertettem a Traffic Mojo szolgáltatás rendszerelemeit, illetve bemutattam, hogy a TDK dolgozatomhoz melyik részegységeket hogyan használtam fel. Kifejtettem, hogy a mérési paramétereket milyen módszertan szerint tudtam a feldolgozáshoz használt Data From Sky szoftverből előállítani. Mivel nagy mennyiségű adat feldolgozásáról volt szó, röviden érintettem az adattisztítás módját is.

Az ötödik fejezetben a feldolgozott adatokból kapott mérési eredményeket ismertettem, részletesen kitérve az általánosnak mondható forgalomszámlálási adatokra, a gyalogos várakoztatási idők eredményére és az általam számított sebességek értékelésére.

Az utolsó fejezetben javaslatokat tettem, hogy a TDK dolgozat Szakdolgozattá bővítéséhez milyen feladatrészeket lenne még érdemes bevonni a vizsgálatba és feldolgozni.

IRODALOMJEGYZÉK

[1]: 1/1975. (II. 5.) KPM–BM együttes rendelet a közúti közlekedés szabályairól

[2]: e-UT 03.07.25:2022 A gyalogosközlekedés közforgalmú létesítményeinek tervezése c. útügyi előírás, Magyar Útügyi Társaság, Budapest, p.33-35., 2022

[3]: 20/1984 (XII. 21.) KM rendelet az utak forgalomszabályozásáról és a közúti jelzések elhelyezéséről

[4]: e-UT 03.01.11. Közutak tervezése (KTSZ) c. útügyi előírás, Magyar Útügyi Társaság, Budapest, p.35., 2008

[5]: e-UT 03.03.21. Szintbeni csomópontok méretezése és tervezése c. útügyi előírás, Magyar Útügyi Társaság, Budapest, p.28., 2004

[6]: Ting Fu, Luis Miranda-Moreno, Nicolas Saunier: A novel framework to evaluate pedestrian safety at non-signalized locations, Accident Analysis and Prevention 111 (2018) p23–33., 2018 https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.11.015

[7]: Andrea Gorrini, Luca Crociani, Giuseppe Vizzari, Stefania Bandini: Observation results on pedestrian-vehicle interactions at non-signalized intersections towards simulation, Transportation Research Part F 59 (2018), p269–285, 2018 https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.09.016

[8]: WebBal – Baleseti adatok országos adatbázisa, Magyar Közút által javított adatbázis, elérési cím: https://webbal.kozut.hu/

[9]: e-UT 02.01.42.:2009 Közúti biztonsági audit, Magyar Útügyi Társaság, Budapest, p.463-44., 2009

[10]: 46/2022. (IV.13) ÚB határozat: Zebraminimum, a kijelölt gyalogos-átkelőhelyek jelzésrendszere, Útügyi Szabályozási Bizottság, 2022

[11]: F.Gy.A.: Ingyenes zebra teszt az önkörmányzatoknak, 2022.12.30., https://kozlekedesbiztonsag.kti.hu/ingyenes-zebra-teszt-onkormanyzatoknak/

[12]: PECA – Pedestrian Crossing Analyzer, KTI