

# Gyalogos átkelés és elsőbbségadás-szabályozás módszerei és továbbfejlesztési lehetőségeinek vizsgálata Vissim forgalomszimulációs programban

Cél a Vissim forgalomszimulációs szoftver működésének vizsgálata gyalogátkelőhely környezetében. Elsődleges fókuszterület az elsőbbségadás szabályozási módok működési elvének bemutatása, összevetésük, hiányosságaik feltárása, valamint a továbbfejlesztési lehetőségek bemutatása.

*Kulcsszavak: forgalomszimuláció; gyalogos-átkelőhely; átkelési döntés; szabályozási logika; elsőbbségadás szabályozás*

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2025.1.3>

---

## Szigeti Szilárd<sup>1,2,3</sup> – Aba Attila<sup>2</sup> – Földes Dávid<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Budapesti Műszaki Egyetem, Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar,  
Közlekedéstechnológiai és Közlekedésgazdasági Tanszék

<sup>1</sup> KTI Magyar Közlekedéstudományi és Logisztikai Intézet Nonprofit Kft.,  
Stratégiai Kutatási és Fejlesztési Igazgatóság  
e-mail: szigeti.szilard@kti.hu, aba.attila@kjk.bme.hu, foldes.david@kjk.bme.hu

---

### 1. BEVEZETÉS

A gyalogos közlekedés a leggyakoribb közlekedési módnak tekinthető, hiszen önálló közlekedési formaként, valamint helyváltóztatási láncba épülve, más közlekedési módokkal kiegészítve is megjelenik. A gyalogosok úttest keresztezése kisebb közúti forgalmú szakaszokon kijelölt gyalogátkelőhely nélkül, nagyobb forgalom és biztonságosabb kialakítás esetén jelzőtáblával vagy jelzőlámpával szabályozott infrastruktúra-elemen történhet. Mivel az úttest keresztezése potenciális közlekedésbiztonsági kockázatokat hordoz magában, ezért az átkelőnél végbemenő fo-

lyamatok, a gyalogosok és járművezetők viselkedésének megértése kiemelt jelentőségű. Kutatásunkban jelzőtáblával szabályozott gyalogátkelőhely környezetét szimuláltuk Vissim forgalomszimulációs szoftverrel. Célunk a gyalogosok járműtávolság-alapú átkelési döntésének modellezése volt.

A szimulációhoz korábbi videokamerás felmérésünk eredményei nyújtottak bemenő adatot. A vizsgálatot Budapest III. kerületében, a Szőlő utca 80. előtt található jelzőtáblával szabályozott gyalogátkelőhelynél végeztünk. A felmérésből irányonkénti bontásban, egy-órás intervallumú gyalogos és járműforgalmi

adatok álltak rendelkezésünkre. Felmértük továbbá a járművezetők elsőbbségadási arányát, amely 69%-os volt. Ez az arányszám összhangban van a hazánkkal hasonló forgalmi paraméterekkel rendelkező Csehországból származó kutatással, ahol 64%-os elsőbbségadási arányt mértek [1]. A gyalogosok demográfiai jellemzői közül nemüket, illetve életkorukat rögzítettük három kategória valamelyikébe sorolva (fiatal, középkorú, idős). A szimuláció szempontjából lényeges adat volt továbbá, hogy milyen jármű távolság esetén választják az átkelést, illetve mikor állnak meg. Ezért a gyalogosok átkelése vagy az átkelés elutasítása során 10 méteres szakaszra besorolva rögzítettük a jármű távolságát (mindkét irányból érkező jármű esetén a közelebbi járművet).

A modellt a felmért adatokra támaszkodva építettük fel, majd megvizsgáltuk, hogy milyen mértékben alkalmasak a Vissim által kínált elsőbbségadás szabályozási módok a gyalogosátkelés járműtávolság-alapú modellezésére. Elsőként a szoftver által is ajánlott konfliktus zónát ('conflict area') alkalmaztuk, azonban ez a módszer nem kezelte megfelelően az elsőbbséget nem adó járműveket, sem a járműtávolság figyelembevételét. Ezután elsőbbségadási szabályokat ('priority rule') állítottunk be mind a járművek, mind a gyalogosok számára. Azonban ennél a módszernél is akadályba ütköztünk, bizonyos esetekben a két elsőbbségi szabály (gyalogos és jármű számára előírt) egyszerre érvényesült, amely a járművet és a gyalogost is megállította. Új megoldásként hurokdetektorokat implementáltunk az úttesten, a gyalogosok átkelését pedig a detektorok foglaltsága szerint vezérelt jelzőlámpás irányítással modelleztük a Vissim VisVAP moduljában. A hurokdetektorokkal az érkező jármű távolsága modellezhető, a jelzőlámpás szabályozási logikával pedig az egyes gyalogos csoportok átkelési hajlandósága is szimulálható. Ezáltal újfajta megközelítésben, távolság-alapú gyalogos döntési mechanizmust építettünk fel.

## 2. IRODALOMKUTATÁS

A gyalogátkelőhelynél meghozott gyalogos és járművezetői döntések egy komplex folyamat részei, amit számos tényező befolyásol. A

gyalogosok magatartására, kockázatvállalási szintjére hatással vannak demográfiai jellemzőik, például életkoruk és nemük [2], valamint, hogy egyénileg vagy csoport részeként kelnek át az úttesten [3]. A járművezetők részéről szintén befolyásoló hatással bírnak bizonyos tényezők. Kutatások kimutatták, hogy a jármű sebessége például inverz kapcsolatban állt az elsőbbségadási hajlandósággal [4][5]. Kimutatták továbbá, hogy a járműsorban érkező járművezetők kevésbé hajlandók elsőbbséget adni a gyalogosoknak [6].

Az átkelési döntésnél a gyalogosok figyelembe vehetik a járművek közötti időközt vagy a közöttük lévő távolságot. Brewer és társai a gyalogosok által elfogadott járművek közötti időközt 5,3-9,4 másodpercben mutatták ki [7], míg Serag kutatásában 5,2 másodpercet [8], Zhao és Wu pedig 5,8 másodpercet határozott meg [9]. További kutatások ugyanakkor megállapították, hogy a gyalogosok átkelési döntésük során sokkal inkább a jármű fizikai távolságát becsülik, mintsem a járművek közötti időközt [10][11]. Kutatásunk során így mi is a járműtávolság paramétert modelleztük.

A gyalogos átkelési folyamatának fizikai felmérése mellett annak forgalomszimulációs modellezése is jelentős kutatási fókuszterület. A kutatások között megkülönböztethetünk jelzőtáblával szabályozott középssziget nélküli [12], illetve középsszigettel rendelkező átkelőhely vizsgálatot [13], valamint jelzőlámpás irányításba vont átkelőhelyeket [14]. A forgalomszimulációs vizsgálatokhoz a leggyakrabban a Vissim szoftvert használják, a gyalogos átkelés modellezéséhez kutatásunkban is ezt a szoftvert használtuk. Az átkelés szabályozása alapvetően konfliktus zóna és elsőbbségadási szabály beállításával lehetséges. Ezekről, illetve a közöttük lévő különbségekről átfogó képet nyújt a Dahlberg és Segernäs kutatása [16].

A Vissim szoftver VisVAP modulja továbbá lehetőséget biztosít jelzőlámpa vezérlési logikák szabad definiálására. A VisVAP-ot számos kutatás használta modellezési feladatok kalibrálására [17][18][19]. A gyalogosok átkelési szabályozásához saját kutatásunkban a VisVAP modult alkalmaztuk.

## 3. ALAPBEÁLLÍTÁSOK - ALAPVETŐ ÁTKELŐHELY SZABÁLYOZÁSI MÓDOK

A Vissim alapvetően kétféle módot kínál a jelzőlámpa nélküli gyalogátkelőhelyek elsőbbségi viszonyának szabályozására. Az egyik megoldás a konfliktus zónák ('conflict area') alkalmazása, a másik pedig az elsőbbségadási szabályok ('priority rule') kijelölése. Az elsőbbségadási szabály alkalmazásával magasabb szintű paraméterezhetőség érhető el, a gyalogosok átkelési döntésének szimulálására alkalmasabb. Az elsőbbségadási szabállyal figyelembe vehető továbbá a járművezetők elsőbbségadási aránya is [15]. Alapvetően a konfliktus zónák használatát ajánlja a szoftver, az elsőbbségi szabályok beállítása ugyanis nagyobb körülménytést és a program mélyebb ismeretét igényli.

### 3.1. Konfliktus zóna alkalmazása

A konfliktus zóna alkalmazásakor két keresztező irány közül kijelölhető, hogy melyik rendelkezzen elsőbbséggel a másik felett. Ez a szabályozási mód könnyebben kezelhető és jobban tükrözi a közlekedők viselkedését, mint az elsőbbségi szabályok beállítása. Az alárendelt irányból érkező jármű minden szimulációs időlépésben kiszá-

mítja, hogy képes lesz-e áthaladni az érkező gyalogos előtt. Amennyiben a gyalogos érkezése előtt át tud haladni, úgy az alárendelt irányból érkező jármű folytatja útját (adott esetben gyorsít is, hogy átérjen), ellenkező esetben lassít, és elsőbbséget ad a gyalogosnak. Abban az esetben is a fékezést választja a jármű, ha nincs elegendő területe elhagyni a konfliktus zónát, például torlódás következtében.

Az elsőbbséget adó jármű a konfliktus zónát (gyalogátkelőhely kezdetét) megelőző 3 méterben, az úgynevezett detektálási területen vizsgálja a gyalogos jelenlétét, és kiszámítja, hogy saját sebessége és a gyalogos sebessége alapján elengedő-e az idő a keresztezéshez (1. ábra). A program vizsgálja továbbá, hogy távozó gyalogos és az érkező jármű orra közötti minimális időköz ('front gap'), valamint a távozó jármű hátulja és az érkező gyalogos közötti minimális időköz ('rear gap') meglegyen. Alapbeállításként mindkét értékre minimum 0,5 másodperc van előírva.

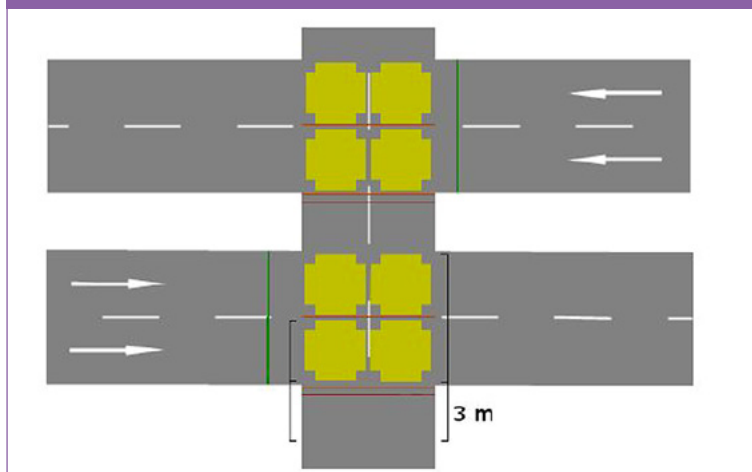
### 3.2. Elsőbbségadási szabályok alkalmazása

Az elsőbbségi viszonyok szabályozására egy bonyolultabb, ugyanakkor jobban paraméterezhető alternatívát nyújt az elsőbbségadási szabályok beállítása. Az elsőbbségadási szabály létrehozásához két

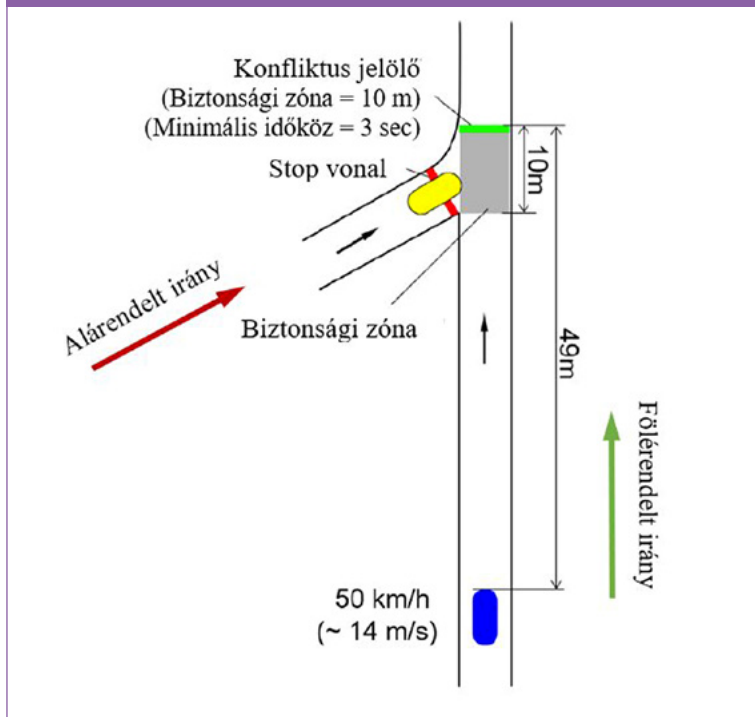
jelölő elhelyezése szükséges a modellben:

- piros jelölő (stop vonal): Az alárendelt irányból érkező járműnek a stop vonal mögött kell várakoznia, amennyiben a főlérendelt irányból jármű tartózkodik a konfliktus övezetben, vagy nincs meg a keresztezéshez szükséges minimális időköz.
- zöld jelölő (konfliktus jelölő): Egy vagy több konfliktus jelölő tartozhat egy stop vonalhoz. A konfliktus jelölőhöz két lényeges

1. ábra: Konfliktus zóna 3 méteres gyalogos detektálási területe (Vissim 2020 útmutató)



2. ábra: Elsőbbségi szabály beállításának paramétereit szemléltető példa (Vissim 2020 útmutató alapján saját szerkesztés)



paraméter állítható be: a biztonsági zóna ('clearance'), illetve a keresztezéshez szükséges minimális időköz ('gap time').

Az elsőbbségi szabály beállítására egy szemléltető példát mutat be a 2. ábra.

A példában 10 méteres biztonsági zóna szerepel, amely alapján, ha a főrendelt irányban a konfliktus jelölőtől számítva 10 méteren belül jármű tartózkodik, akkor az alárendelt irányból érkező jármű nem hajthat a kereszteződésbe, és a stop vonalnál kell várakoznia, amíg a terület kiürül. A másik beállítható paraméter a minimális időköz, amely jelen esetben 3 másodperc. Ez az az időtartam, amely a főrendelt irányból érkező jármű konfliktus jelölőhöz érkezéséig minimálisan el kell teljen ahhoz, hogy az alárendelt irányból érkező jármű behajthasson a kereszteződésbe. A főrendelt irányból a jármű 50 km/h-val (14 m/s) érkezik és 49 méterre található a konfliktus jelölőtől.

Ez alapján 3,5 másodperc múlva ér a konfliktus jelölőhöz, amely nagyobb a 3 másodperces minimális időköznel, tehát az alárendelt irányból a jármű behajthat. Megjegyezzük, hogy az alárendelt irányból a jármű csak abban az esetben indulhat el, ha a biztonsági zóna és a minimális időköz kritériumok is teljesülnek.

A modell felépítése során számos problémába ütköztünk, mivel a konfliktus zóna és az elsőbbségadási szabályok beállítása sem vette figyelembe a gyalogosok járműtávolság alapján meghozott átkelési döntését. Ezért egy eltérő szabályozási logika bevezetése volt szük-

séges, amely a különböző gyalogos jellemzők (nem, korosztály) által meghatározott átkelési döntési mechanizmusokat figyelembe veszi.

#### 4. SZIMULÁCIÓ TOVÁBBFEJLESZTÉSE: ÉRKEZŐ JÁRMŰVEK TÁVOLSÁGA, GYALOGOSVISELKEDÉS

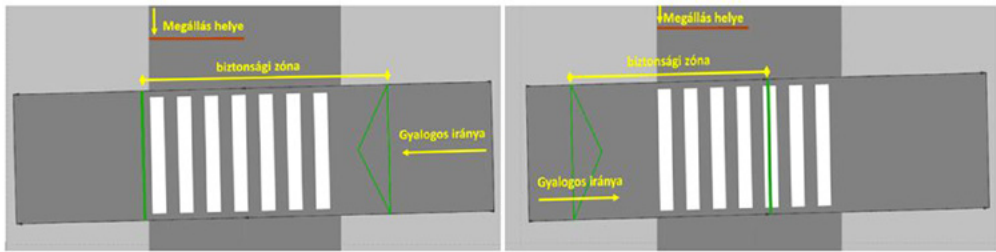
Az elsőbbségadási hajlandóságot, illetve a gyalogosok járműtávolság-alapú átkelési döntését a Vissimben elérhető alapbeállítások (konfliktus zóna, elsőbbségi szabályok) nem kezelték megfelelően, ezért a szimulációt több ponton módosítottuk. Az alapbeállítások elvetésének okait, illetve a továbbfejlesztési folyamat lépéseit jelen alfejezetben foglaltuk össze.

##### 4.1. Alapbeállítások hiányosságai

Konfliktus zónák alkalmazása során tapasztalt problémák:

- nincs lehetőség beállítani a járművek elsőbbségadási arányát,

## 3. ábra: Elsőbbségi szabály beállítása az elsőbbséget megadó járművezetők részére



- a gyalogosok nem tudják figyelembe venni a jármű távolságot az átkelési döntés meghozatalakor.

Elsőbbségadási szabály alkalmazása esetén lehetőség nyílt a járművezetők elsőbbségadási arányának beállítására, ugyanis beállítható, hogy bizonyos járművek figyelembe vegyék, bizonyos járművek pedig ignorálják az elsőbbségadási kötelezettséget. Az elsőbbségadást megtagadó járművek figyelembevételére egy új járműtípust definiáltunk a rendszerben. Ezután beállítottuk, hogy az elsőbbségadási szabály érvényes legyen az összes járműre, kivéve az elsőbbségadást megtagadó járműveket. Az elsőbbségadási szabályozásakor alapvetően a biztonsági zóna ('clearance') megléte volt releváns. A minimális időköz kritériumot nem alkalmaztuk, ugyanis a gyalogosok alacsony sebessége miatt a járművek rendelkezésére álló időköz sok esetben jóval nagyobb a szükséges minimális időköznel. A biztonsági zónát ugyanakkor a valóságnak megfelelően alakítottuk ki, egyrészt kiterjesztve az úttesten kívülre, a közeledő gyalogosok figyelembevételére (3. ábra bal oldala), másrészt a közeli oldalról érkező és a gyalogátkelőhely feléig eljutó gyalogosok esetén a járművek már megkezdheték a gyorsulásukat (3. ábra jobb oldala).

Az elsőbbségadást megtagadó járművezetők esetében is próbáltuk a valóságot közelíteni azáltal, hogy biztonsági okokból ezeknek a járműveknek is fékezniük kellett, ha a gyalogos már lelépett az úttestre. Ezért számukra egy új

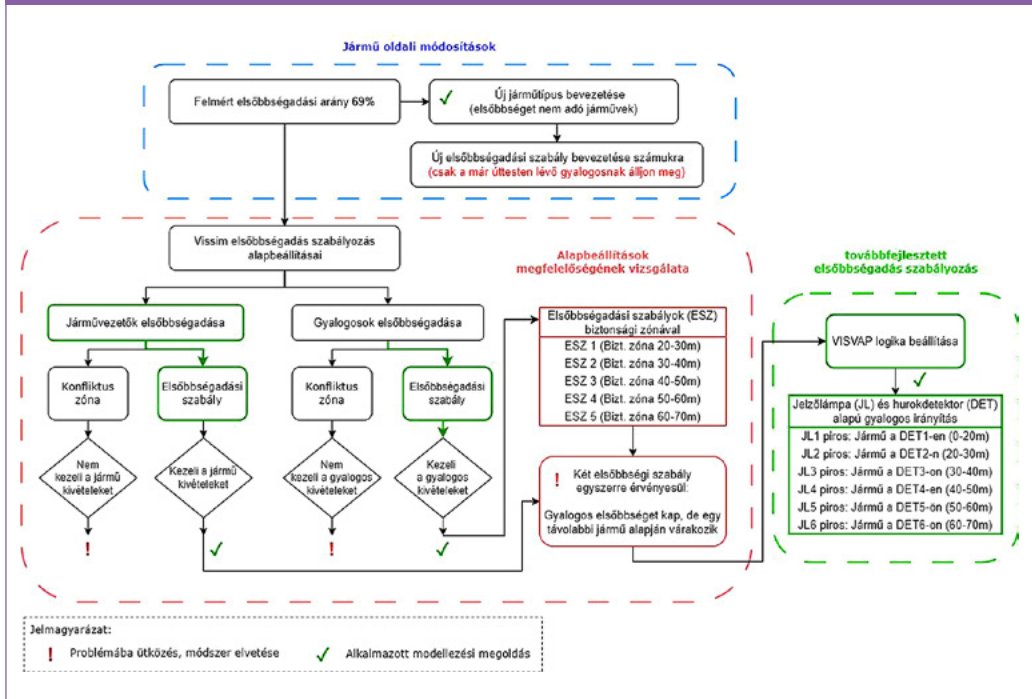
elsőbbségi szabályt hoztunk létre, viszont itt a biztonsági zónát nem terjesztettük ki az úttesten kívülre.

A következő lépésben a járművek szabályozásához hasonlóan elsőbbségi szabályt állítottunk be a gyalogosok számára is. A járművek távolságát szakaszolással modelleztük. A gyalogátkelőhelytől távolodva először egy 0-20 méteres szakaszt, majd 10 méteres szakaszolást alkalmaztunk egészen 70 méteres távolságig. A 0-20 méteres első szakaszt azért vettük fel, mert felmérésünk alapján nem volt olyan gyalogos, aki 20 méteren belül érkező jármű esetén az átkelést megkezdte. A 70 méternél tovább érkező jármű esetén viszont már minden gyalogos átkelt. Az egyes szakaszokra elsőbbségi szabályokat állítottunk be, ahol a biztonsági zóna hosszát a szakaszolásnak megfelelő 10 méterre vettük fel. Abban az esetben tehát, ha egy adott szakaszon jármű tartózkodott, az adott gyalogos számára elsőbbségadási kötelezettséget írtunk elő, és megállt a gyalogátkelőhely szélénél.

A gyalogosok és járművezetők elsőbbségadási szabályainak egyidejű alkalmazásakor újabb probléma adódott. Előfordulhat, hogy a gyalogos bár megkapta az elsőbbséget egy az átkelőhöz érkező járműtől, a távolabb érkező jármű figyelembevétele miatt (járműtávolságalapú átkelési döntés) mégsem lépett le az útra. Ekkor mind a gyalogos, mind az átkelőhelynél lévő jármű állt, amelynek eredményeként a járművek feltorlódtak és a szimuláció hibaüzenet mellett leállt. Mindezek alapján a gya-



4. ábra: A Vissim kalibrálásának folyamata a gyalogosok járműtávolság-alapú átkelési döntésének modellezésére



logosok járműtávolság-alapú átkelésének modellezésére ezért az elsőbbségadási szabályok alkalmazását is elvetettük.

## 4.2. Hurokdetektorok és „jelzőlámpás” logika bevezetése

Új megoldásként a Vissim VisVAP moduljának használatával egy hurokdetektoros érzékelésen alapuló jelzőlámpás szabályozási logikát alkalmaztunk az érkező járművek távolságának figyelembevételére és a gyalogosok viselkedésének modellezése érdekében. A hurokdetektorokat az előzőekben ismertetett szakaszolás szerint helyeztük el az úttesten.

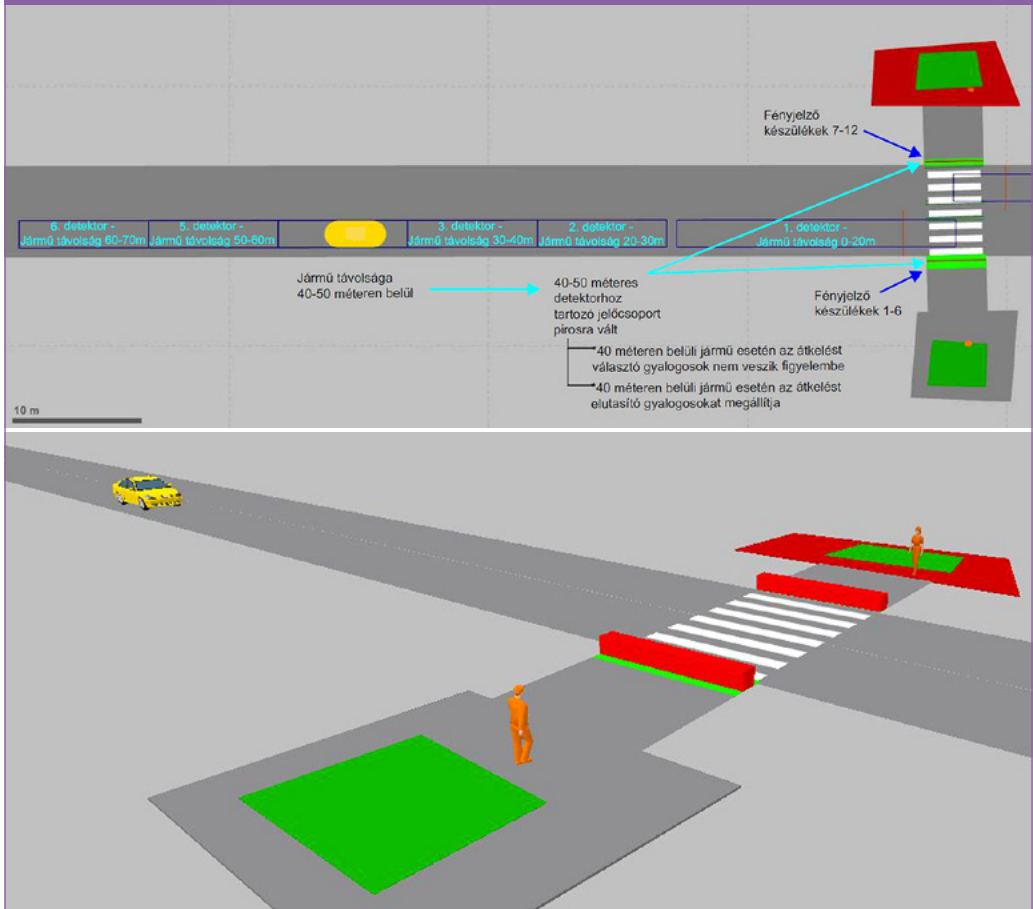
A Vissim alapbeállításainak vizsgálatát, a feltárt problémákat és az általunk továbbfejlesztett elsőbbségadás szabályozási logika főbb elemeit a 4. ábrán foglaltuk össze.

Folyamatábrák segítségével lehetőséget biztosít a jelzőlámpa-vezérlési logikák defini-

álásához. A jelzőlámpák szabályozásához figyelembe vehetők a modellben elhelyezett hurokdetektorok által szolgáltatott adatok. A VisVAP-ban elkészített irányítási logikát egy „vap” kiterjesztésű fájlba menthető, amely a Vissimbe közvetlenül beolvasható.

A gyalogátkelőhely környezetében a fizikai modellben összesen 12 fényjelző készüléket (6-6 a gyalogátkelőhely két oldalán) és 12 hurokdetektort helyeztünk el (irányonként 6-6 darab az úttesten, 10 méteres szakaszokban). Mivel a hurokdetektorok és a fényjelző készülékek elhelyezése szimmetrikus az átkelő mindkét oldalán, ezért a párban szemben lévő fényjelző készülék irányítását közös jelzőcsoporttal oldottuk meg. Ezáltal a 12 fényjelző készüléket 6 jelzőcsoport irányítja. A gyalogátkelőhelytől 20-20 méterrel belülről lévő 1-es és 7-es számú detektor foglaltsága alapján például az 1-es jelzőcsoport a gyalogátkelőhely két szélén található 1-es és 7-es fényjelző készülékeket irányítja.

5. ábra: A hurokdetektorok és fényjelző készülékek elhelyezkedése (fent: áttekintő 2D nézet, lent: 3D betekintő nézet)

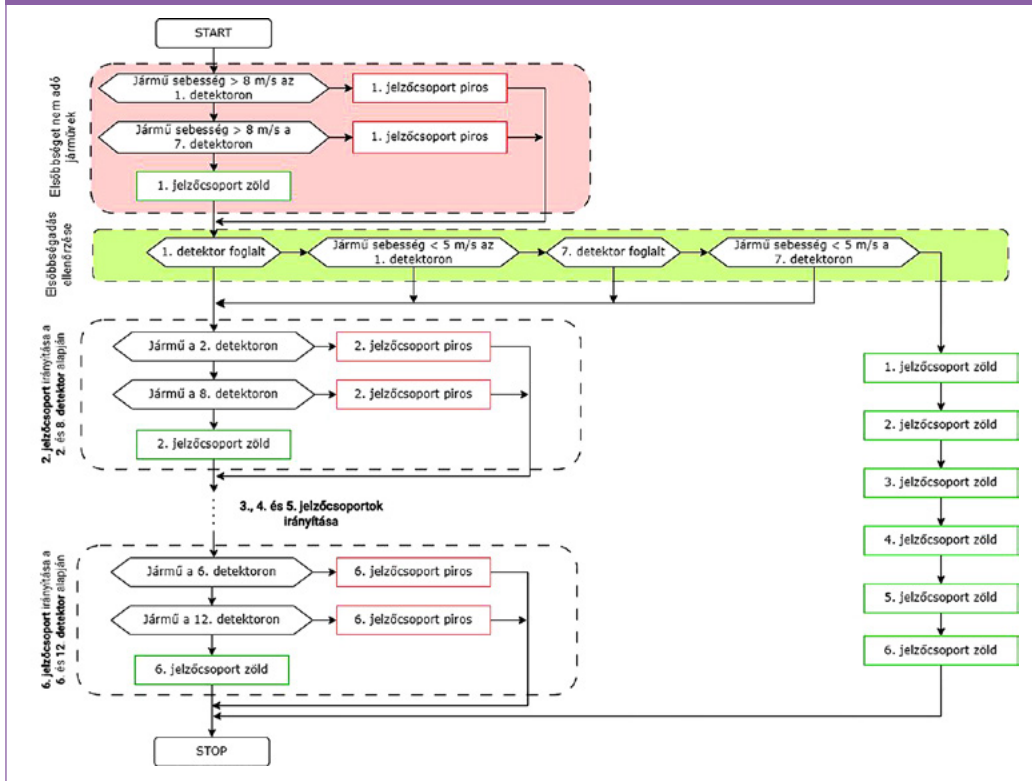


A 20-30 méterre lévő területeket már a 2-es és 8-as detektor vizsgálja, ami alapján a 2-es jelzőcsoport jelzést ad a gyalogosokat irányító 2-es és 8-as fényjelző készüléknek. A gyalogátkelőhelytől távolodva a többi detektor és gyalogos jelző hasonló elven működik. A hurokdetektorok kiosztását, a fényjelző készülékeket és jelzőcsoportokat az 5. ábrán mutatjuk be.

A jelzőcsoportok irányítása a hozzájuk tartozó hurokdetektorok járműérzékelése (foglalt/szabad), illetve a járművek sebessége alapján történt. Az átkelőhöz legközelebbi, 0-20 méteres szakaszt érzékelő 1-es és 7-es detektoro-

kon a foglaltság mellett a járművek sebességét is figyelembe vettük. Az elsőbbséget nem adó járművek nem lassítanak, ha a gyalogos még nincs az úttesten, ezért ebben az esetben a gyalogosokat állítottuk meg. Ezeket a járműveket 8 m/s feletti sebességgel definiáltuk (ábrán piros terület). Az elsőbbséget megadó járművek lassítanak a gyalogos érkezésekor, a 0-20 méteres távolságon belül az 5 m/s alatt érkező járműveket elsőbbségadóként definiáltuk (ábrán zöld terület). A szabályozási logikában mindkét esetben ellenőriztük az adott detektor foglaltságát, majd az érkező jármű sebességét. Ez alapján állítottunk a gyalogosok számára jelzést. A 0-20 méteren be-

6. ábra: Gyalogos átkelés járműtávolság-alapú szabályozása VisVAP logikával



lülí jármű minden gyalogosra hatással volt, amennyiben nem kapott elsőbbséget, az összes átkelni készülő gyalogosnak meg kellett állnia, elsőbbségadáskor azonban minden gyalogos átkelhetett. Ezáltal a járművezető által az elsőbbség megadásakor a gyalogosoknak a távolabbi jármű figyelembevételét kiküszöböltük (korábbi elsőbbségadási szabály problémája).

Amennyiben nem tartózkodott az átkelőnél elsőbbséget adó jármű, akkor az adott gyalogos csoport a rá jellemző átkeléshez elfogadott távolságon belül ellenőrizte a járművet az adott távolságra lévő hurokdetektor foglaltsága segítségével. Egy 40 méteres jármű távolságot elfogadó gyalogos például a 40-50 méteres szakaszon található jármű esetén (4. és 10. detektorok irányonként) még átkelt, a 30-40 méterre található szakaszon lévő jár-

mű esetén (3. és 9. detektorok irányonként) viszont már piros jelzést kapott és megállt. A VisVAP-ban felépített, a gyalogosok járműtávolság-alapú átkelését irányító logikát a 6. ábrán szemléltettjük.

## 5. A MODELL TESZTELÉSE, EREDMÉNYEK

A gyalogos és járműforgalmi adatokat helyszíni felméréseink alapján állítottuk be. A forgalom eloszlását sztochasztikus eloszlással közelítettük. A szimuláció időbeli léptetésénél 10 lépés/szimulációs másodpercet alkalmaztunk. A próba szimulációban összesen 13 változatot (12 változat és az alapeset) futtattunk le mindegyiket négyszer (a random seed paramétert 3-as értéknek vettük fel, 2-es léptetés mellett). Minden egyes szimuláció futási ideje 3600 másodperc volt.



1. táblázat: Szimulációs futások időszükséglete eltérő elsőbbségadási módszerekkel

Alkalmazott módszerek	Változat nélküli alap modell futási ideje [p:mm]	12 változat futási ideje [p:mm]
Konfliktus zóna	0:37	8:28
Elsőbbségi szabályok	0:37	8:16
Továbbfejlesztett irányítás (VisVAP)	1:12	16:02

A modellparaméterek beállítását, például az elsőbbséget adó és elsőbbséget nem adó járművek eldöntéséhez használt sebességértékeket a szimuláció többszöri futtatásával vizsgáltuk. Az iterációs folyamat során kiszűrtük azon sebességeket, amelyeknél a gyalogosok nem a valóságnak megfelelően viselkedtek vagy konfliktushelyzetek adódtak a járművek és gyalogosok között. A szabályozási logikához az elsőbbséget nem adó járművek sebességét 8 m/s felett, az elsőbbséget adó járműveket 5 m/s alatt definiáltuk. Megjegyezzük, hogy mindez csak a gyalogátkelőhelytől számított 20-20 méteren belül releváns, ettől messzebb egészen 70 méterig a távolabbi hurokdetektorok adatai voltak a mérvadók.

Vizsgáltuk továbbá a program által alapbeállításaként használt konfliktus zóna, elsőbbségi szabályok, valamint az általunk továbbfejlesztett modell futási idejei közötti különbséget (1. táblázat). Megjegyezzük ugyanakkor, hogy az elérhető alapbeállításokkal kapcsolatban felmerült problémák miatt azok alkalmazását elvetettük.

A változatok nélküli alap modellben a Vissim alapvető elsőbbségadási szabályozási módjai között nem volt futásiidő-különbség, minkét esetben 37 másodperc alatt lefutott a szimuláció. A változatok futtatásakor sem tapasztaltunk lényegi különbséget, mindkét esetben 8 perc feletti futási idő adódott.

Az általunk a VisVAP modulban felépített irányítási logikával a verzió futási ideje 37 másodperc, a változatok futási ideje 16 perc volt. Ez közel kétszerese volt az alapvető beállításokkal végrehajtott szimulációnak,

ugyanakkor a továbbfejlesztett irányítási logikával a valóságot jobban közelítő modell kapható.

## 6. KONKLÚZIÓ

Kutatásunkban arra a kérdésre kerestük a választ, hogy miként kezeli a Vissim forgalomsimulációs szoftver a gyalogosok járműtávolság alapján meghozott átkelési döntését. Modelleztük a szimulációs alapbeállításokban elérhető kétféle elsőbbségadási szabályozási módszert: a konfliktus zónák, illetve az elsőbbségi szabályok alkalmazását. Azt tapasztaltuk, hogy előbbi nem vette figyelembe a járművezetők elsőbbségadási hajlandóságát, továbbá a gyalogosok nem tudják figyelembe venni a járműtávolságot az átkelési döntés meghozatalakor. Utóbbi már lehetőséget adott a gyalogosok átkelésénél a járműtávolság figyelembevételére a biztonsági zóna paraméter beállításával, ugyanakkor bizonyos esetben a jármű és gyalogos számára egyaránt beállított elsőbbségi szabályok ütközése miatt nem futott le megfelelően a szimuláció. Mindezek alapján új megoldásként a VisVAP modul alkalmazásával hurokdetektorok és jelzőlámpa vezérlési logika bevezetésével modelleztük a járműtávolságot és a gyalogosok döntését. Az alkalmazott modellben egy hurokdetektorokon alapuló járműérzékelést valósítottunk meg, amely alapján a gyalogos átkelés szabályozására jelzőlámpa vezérlő logikát építettük a modellbe. Eredményül újfajta megközelítésben, távolság-alapú gyalogos döntési mechanizmust építettünk fel, ami a valóságot jobban leképezi. Alkalmazásával a forgalomsimulációval foglalkozó szakemberek pontosabb modellezési eredményre juthatnak.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS:

A KDP-IKT-2023-900-II-00000957/0000003 SZÁMÚ PROJEKT A KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS MINISZTERIUM NEMZETI KUTATÉSI FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS ALAPBÓL NYÚJTOTT TÁMOGATÁSÁVAL, A KDP-2023 PÁLYÁZATI PROGRAM FINANSZÍROZÁSÁBAN VALÓSULT MEG.

FÖLDES DÁVID KÖSZÖNETÉT FEJEZI KI A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIAÉNAK A BOLYAI JÁNOS KUTATÁSI ÖSZTÖNDÍJ (BO/00393/22) ODAÍTÉLÉSÉÉRT. EZ AZ ÖSZTÖNDÍJ ALAPVETŐ ANYAGI TÁMOGATÁST NYÚJTOTT, AMELY LEHETŐVÉ TETTE JELEN KUTATÁS ELKÉSZÍTÉSÉT.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Sucha, M., Dostal, D., Risser, R. (2017). Pedestrian-driver communication and decision strategies at marked crossings. *Accident Analysis & Prevention*, 102(2017), 468-478. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.02.018>
- [2] Hulse, L. M., Xie, H., & Galea, E. R. (2018). Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age. *Safety science*, 102, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.10.001>
- [3] Tezcan, H. O., Elmorssy, M., & Aksoy, G. (2019). Pedestrian crossing behavior at midblock crosswalks. *Journal of safety research*, 71, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2019.09.014>
- [4] Bertulis, T., & Dulaski, D. M. (2014). Driver approach speed and its impact on driver yielding to pedestrian behavior at unsignalized crosswalks. *Transportation Research Record*, 2464(1), 46-51. <https://doi.org/10.3141/2464-06>
- [5] Schneider, R. J., Sanatizadeh, A., Shaon, M. R. R., He, Z., & Qin, X. (2018). Exploratory analysis of driver yielding at low-speed, uncontrolled crosswalks in Milwaukee, Wisconsin. *Transportation research record*, 2672(35), 21-32. <https://doi.org/10.1177/0361198118782251>
- [6] Hatfield, J., Fernandes, R., Job, R. S., & Smith, K. (2007). Misunderstanding of right-of-way rules at various pedestrian crossing types: observational study and survey. *Accident Analysis & Prevention*, 39(4), 833-842. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.12.005>
- [7] Brewer, M. A., Fitzpatrick, K., Whitacre, J. A., & Lord, D. (2006). Exploration of pedestrian gap-acceptance behavior at selected locations. *Transportation research record*, 1982(1), 132-140. <https://doi.org/10.1177/0361198106198200117>
- [8] Serag, M. S. (2014). Modelling pedestrian road crossing at uncontrolled mid-block locations in developing countries. *International Journal of Civil & Structural Engineering*, 4(3), 274-285. [Google Scholar](https://scholar.google.com)
- [9] Zhao, J., & Wu, J. (2003, October). Analysis of pedestrian behavior with mixed traffic flow at intersection. In *Proceedings of the 2003 IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (Vol. 1, pp. 323-327)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/ITSC.2003.1251971>
- [10] Oxley, J. A., Ihsen, E., Fildes, B. N., Charlton, J. L., & Day, R. H. (2005). Crossing roads safely: an experimental study of age differences in gap selection by pedestrians. *Accident Analysis & Prevention*, 37(5), 962-971. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2005.04.017>
- [11] Petzoldt, T. (2014). On the relationship between pedestrian gap acceptance and time to arrival estimates. *Accident Analysis & Prevention*, 72, 127-133. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.06.019>
- [12] Liu, M., Zeng, W., Chen, P., & Wu, X. (2017). A microscopic simulation model for pedestrian-pedestrian and pedestrian-vehicle interactions at crosswalks. *PLoS one*, 12(7), e0180992. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180992>
- [13] Zhao, J., Malenje, J. O., Wu, J., & Ma, R. (2020). Modeling the interaction between vehicle yielding and pedestrian crossing behavior at unsignalized midblock crosswalks. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 73, 222-235. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.06.019>
- [14] Zeng, W., Chen, P., Yu, G., & Wang, Y. (2017). Specification and calibration of a microscopic model for pedestrian dynamic simulation at signalized intersections: A

hybrid approach. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 80, 37-70. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.04.009>

- [15] Fi, I., & Igazvölgyi, Z. K. (2014). Travel time delay at pedestrian crossings based on microsimulations. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 58(1), 47-53. <https://doi.org/10.3311/PPci.7406>
- [16] Dahlberg, L., & Segernäs, M. (2017). Optimisation of the simulated interaction between pedestrians and vehicles-A comparative study between using conflict areas and priority rule in Vissim. URL: <https://odr.chalmers.se/server/api/core/bitstreams/0166630b-6ebe-4882-9b2b-f7c3d69ba1c/content>
- [17] Farrag, S., El-Hansali, M. Y., Yasar, A., & Shakshuki, E. M. (2020). Simulation-based evaluation of using variable speed limit in traffic incidents. *Procedia Computer Science*, 175, 340-348. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.049>
- [18] Martin-Gasulla, M., García, A., & Moreno, A. T. (2016). Benefits of metering signals at roundabouts with unbalanced flow: Patterns in Spain. *Transportation Research Record*, 2585(1), 20-28. <https://doi.org/10.3141/2585-03>
- [19] Anil, R., Satyakumar, M., & Salim, A. (2019, September). Emergency vehicle signal pre-emption system for heterogeneous traffic condition: A case study in trivandrum city. In *2019 4th International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)* (pp. 306-310). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICITE.2019.8880151>



## Exploring methods and potential enhancements for regulating pedestrian crossings and priority regulations in Vissim traffic simulation software

*Keywords: traffic simulation; pedestrian crossing; crossing decision; control logic; priority regulation*

In our research we examined the operation of the Vissim traffic simulation software in the vicinity of a pedestrian crossing. Our primary focus was on presenting the functioning principles of priority regulation methods, comparing them, identifying their shortcomings, and demonstrating potential areas for improvement. While Vissim offers two fundamental modes for regulating priority – creating conflict zones and establishing priority rules – these modes do not adequately address issues such as failure to yield priority or pedestrians' distance-based crossing decisions. Therefore, we adopted a novel approach, employing loop detectors at 10-meter distance intervals to detect vehicles and implemented signal logic based on detector data to simulate pedestrians' distance-based crossing decisions. We implemented real and measured pedestrian decision-making mechanisms into the software environment, then validated the modifications made in the program and evaluated their effects on simulation parameters (execution time, accuracy). The developed new approach better approximates reality, thus enhancing the quality of traffic simulations.

