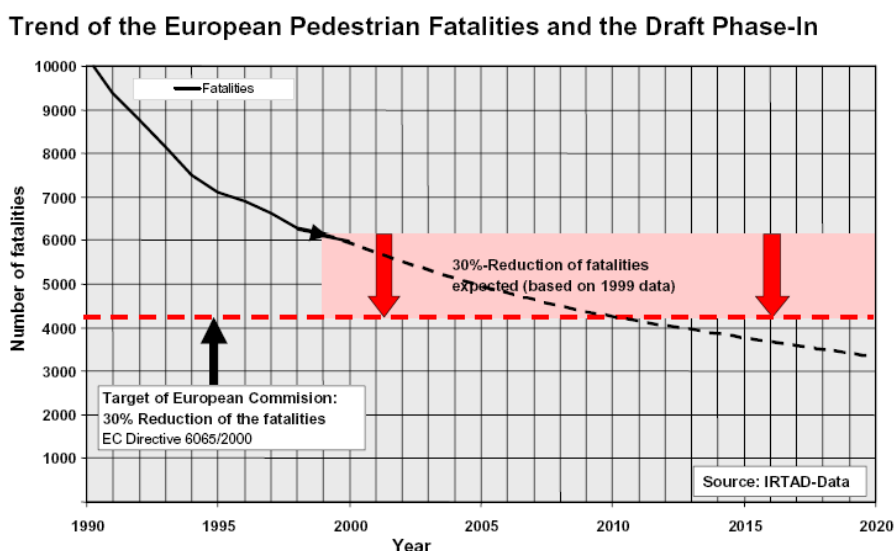


A közúti gyalogos-átkelőhely típusok baleseti kockázatának vizsgálata szimulációs módszerrel

Juhász János
BME Közlekedésüzemi Tanszék
1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 2.
jjuhasz@kku.bme.hu

Bevezetés

Az Európai Unió direktívában rögzítette a közúti közlekedési balesetek halálozási arányának mérséklését [3]. A halálozási mutató csökkentésének tervezett ütemét mutatja az 1. ábra. Az intézkedéseknek következtében az elmúlt években a közúti gyalogos balesetek száma - az összes közúti baleset mennyiségével arányosan – kis mértékben csökkent a tagállamok többségében.

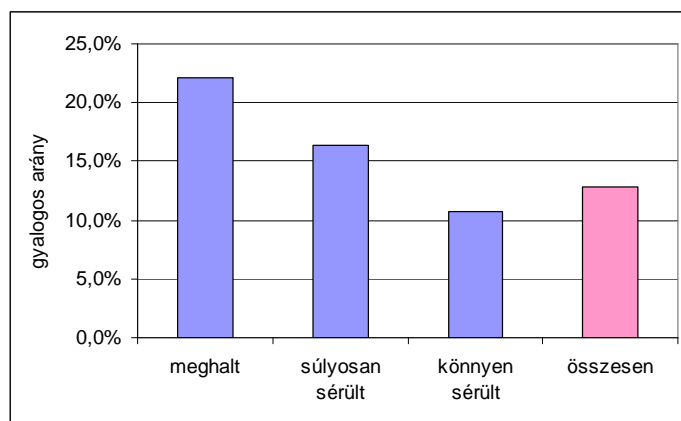


1. ábra: A közúti közlekedési halálozási ráta csökkentésére készített EU direktíva [forrás: IRTAD]

Az európai tendenciákkal ellentétben Magyarországon a közúti közlekedési balesetek és a balesetben megsérültek száma 2000. évtől folyamatosan növekszik. A 2006. év során a megelőző évhez képest 1 %-kal tovább nőtt a közúti közlekedési balesetek száma és ezen belül pedig 2 %-kal több személy vesztette életét. [1]

A közúti közlekedési balesetekben megsérült gyalogosok száma az elmúlt években közel 4000 fő/év, amely az összes személyi sérüléssel közúti baleset több mint egytized része, azonban az elmúlt tízéves időszak átlagát tekintve a halálos kimenetelű baleseteket tekintve a gyalogosok száma az összes közúti balesetben meghaltak több mint egyötöde (2. ábra).

Magyarországon a 2007. év első negyedében a közúti közlekedési balesetek száma tovább emelkedett, közel 4300 személyes közúti közlekedési baleset történt, melynek 6%-a halállal végződött. Az előző év azonos időszakának adataihoz viszonyítva a lakott területen belül történt balesetek száma nőtt nagyobb mértékben, 21%-kal, a lakott területen kívül történteké pedig 6%-kal. A halálos kimenetelű balesetek száma pedig a korábnál 37%-kal volt magasabb.



2. ábra: A gyalogosok aránya a személyi sérüléses közúti közlekedési balesetekben Magyarországon a 2006. évben [forrás: KSH]

A közúti balesetek megelőzése érdekében az egyik fontos lépés a közlekedés szereplői magatartásának, viselkedésének, szokásainak és döntési folyamatainak elemzése. A közlekedési szokásjellemzők vizsgálata számára hatékony segítséget nyújtanak a magatartási szimulációs modellek. [2]

A közlekedésbiztonsági vizsgálatok fontossága egyre növekszik, mivel a közlekedési szokások folyamatosan változnak az életmód, a motorizáció és más befolyásoló tényezők együttes alakulásának hatására. A közlekedésben résztvevők szokásainak és magatartásának megismerése segítséget nyújt a forgalomirányítás, valamint a közlekedési infrastruktúra további fejlesztéséhez.

A közúti balesetek megelőzése érdekében az egyik fontos lépés a közlekedés szereplőinek magatartás vizsgálata, a szereplők viselkedésének, szokásainak és döntési folyamatainak elemzése. A közlekedési szokásjellemzők vizsgálata számára hatékony segítséget nyújtanak a magatartási szimulációs modellek.

A gyalogos közlekedési balesetek megelőzése érdekében az egyik legfontosabb tényező a közúti gyalogátkelőhelyek biztonságának növelése:

- az átkelőhely típusának megfelelő megválasztása,
- az átkelőhely kialakításának fejlesztése,
- a járművek sebességének csökkentése,
- a járművezetők szabálykövető magatartásának fokozása,
- az érzékelés és a felismerés javítása.

A most bemutatásra kerülő vizsgálat a különböző forgalomtechnikai kialakítású gyalogosátkelőhelyeket hasonlítja össze a baleseti kockázat szempontjából.

A vizsgálati során kidolgoztam a közlekedés szereplői magatartásának matematikai modelljét, majd elkészítettem a modellre épülő számítógépes szimulációs programot. A különböző gyalogátkelőhelyek környezetében megfigyelhető forgalomáramlást és a baleseti kockázatokat összehasonlító vizsgálatot a szimulációs számítások adatai alapján végeztem el, amelynek során értékeltem az átkelőhely típusokat a közlekedési magatartás, a gyalogos átkelés kockázata és a forgalomáramlás szempontjából.

1. A baleseti kockázat mutatószámai

A közlekedési balesetek kockázatánál használatos mutatószámok a baleset bekövetkezésének, illetve elkerülésének valószínűségét becsülik meg.

A baleseti kockázat elméleti meghatározása:

$$\text{baleseti kockázat} = \frac{\text{balesetek száma}}{\text{összes lehetséges balesetek száma}}$$

A baleseti kockázat értéke $[0,1]$ tartományba eső szám, ahol a 0 értékhez a nulla valószínűségű vagy a lehetetlen esemény és az 1 értékhez a biztos valószínűségű esemény tartozik. [3]

A baleseti kockázat gyakorlati alkalmazásakor, a közúti közlekedésbiztonság színvonalának meghatározásánál a balesetek abszolút száma mellett a vizsgálat céljainak megfelelő relatív mutatószámok használatosak.

A baleseti kockázat összehasonlítását lehetővé tevő mutatószámoknál a balesetek számát leggyakrabban:

- a járműkilométer (balesetek száma/ 10^8 járműkilométer),
- az úthálózat hossza (balesetek száma/kilométer),
- a népesség (balesetek száma/ 10^6 népesség),
- a járműszám (balesetek száma/ 10^4 járművek száma)

nagyságához viszonyítjuk.

Fontos kiemelni, hogy a jelenleg alkalmazott baleseti mutatószámok képzése a már bekövetkezett és regisztrált balesetek alapján történik.

2. A baleseti kockázatot befolyásoló fő tényezők

A közúti közlekedés során előforduló események csoportosítása a baleseti kockázat alapján:

- baleset:
 - halálos: ha az áldozat a baleset következtében 30 napon belül meghal,
 - személyi sérüléses:
 - súlyos sérüléses: 8 napon túl gyógyuló sérülés,
 - könnyű sérüléses: 8 napon belül gyógyuló sérülés,
 - csak anyagi káros,
- súlyos konfliktus,
- majdnem konfliktus,
- zavartalan haladás [4].

A közúti közlekedés során a gyalogosok és a járművezetők számára a baleseti kockázatot befolyásoló fő tényezők:

- Infrastruktúra kialakítása: az átkelőhely típus, a láthatóság, a felismerhetőség, az átláthatóság.
- Forgalom jellemzők: a forgalom nagysága és a forgalom sűrűsége, a járművek és a gyalogosok követési időközének eloszlása, a jellemző jármű sebesség (v_{85}).
- Humán szereplők közlekedési magatartása: a szabálykövetés mértéke, a kockázatvállalás mértéke.

3. A baleseti kockázat becslése veszélyességi mutatószám alkalmazásával

A jelenleg alkalmazott baleseti mutatószámok csak a bekövetkezett és regisztrált balesetekkel számolnak, figyelmen kívül hagyják a majdnem baleseteket és a konfliktusveszélyes helyzeteket, amelyekben a közlekedés valamely szereplőjének rendkívüli viselkedése vált szükségessé a baleset bekövetkezésének elhárítása érdekében. Ezáltal a mutatószámok a közlekedés tényleges baleseti kockázatára csak közelítő értéket szolgáltatnak. Célszerű egy kiterjesztett veszélyesség mutatószám definiálása, amely a szimulációs vizsgálat alkalmazásával lehetővé teszi a konfliktushelyzetek elemzését és a vizsgált útszakasz vagy csomópont baleseti kockázat alapján történő minősítését is.

Tágabb értelemben a baleseti kockázat vagy veszélyesség azonban nem csak bekövetkezés valószínűségét, hanem annak várható súlyosságát is jellemzi. Ennek megfelelően a gyalogos átkelés becsült baleseti kockázata, veszélyessége a jármű és a gyalogos összeütközésének valószínűségére és a bekövetkező baleset becsült súlyosságára utaló érték:

$$\text{becsült baleseti veszélyességi mutató} = f(\text{baleset valószínűség}, \text{becsült súlyosság})$$

A baleset bekövetkezésének valószínűsége

A gyalogos és a jármű ütközésének valószínűsége a relatív elhelyezkedésük és mozgásuk alapján:

- nulla valószínűség:
 - a gyalogos befejezi az átkelést a közeledő jármű előtt a jármű aktuális, illetve az útszakaszra engedélyezett sebessége esetén,
 - a jármű változatlan, illetve az útszakasz tervezési sebessége esetén elhalad a gyalogos előtt, mielőtt a gyalogos elérné a jármű forgalmi sávját;
- kicsi valószínűség:
 - a gyalogos be tudja fejezni az átkelést a közeledő jármű előtt, ha a jármű lassít;
- közepes valószínűség:
 - a gyalogos akkor tudja befejezni az átkelést az érkező jármű előtt, ha a jármű fékezik;
- nagy valószínűség:
 - a gyalogos csak akkor tudja befejezni az átkelést az érkező jármű előtt, ha a jármű vészfékezik;
- biztos valószínűség:
 - a gyalogos nem tudja elhagyni a jármű forgalmi sávját a jármű megérkezése előtt.

A baleset bekövetkezésének valószínűsége szempontjából kulcsfontosságú a gyalogos viselkedésén kívül, hogy a jármű vezetője milyen magatartást követ a gyalogátkelőhely környezetében. A járművezető sebesség megválasztását jelentős mértékben befolyásolja a gyalogátkelőhely típusa és forgalomtechnikai kialakítása

A baleset várható súlyossága

A baleset súlyosságát - a gyalogos várható sérülése alapján - befolyásoló fő tényezők: a jármű sebessége az ütközés előtt, illetve a gyalogos fizikai állapota, amely az életkorral szoros összefüggésben áll (1. táblázat).

A jármű sebessége az ütközés előtt	Gyalogos korosztály	
	gyerek és felnőtt	idős
kicsi (~30 km/h)	kicsit súlyos	súlyos
közepes (~50 km/h)	súlyos	nagyon súlyos
nagy (~70 km/h)	nagyon súlyos	rendkívül súlyos

1. táblázat: A baleset súlyossága a jármű sebesség és a gyalogos korosztály figyelembe vételével

A becsült baleseti veszélyességi mutatószám

A baleseti kockázat minősítése a baleset bekövetkezésének és várható súlyosságának megfelelően történik (2. táblázat).

Bekövetkezés becsült valószínűsége	A baleset várható súlyossága		
	kicsit súlyos (könnyű személyi sérülés)	súlyos (súlyos személyi sérülés)	nagyon súlyos (halálos személyi sérülés)
kicsi (0-10 %)	kicsi kockázat	közepes kockázat	nagy kockázat
közepes (10-30 %)	közepes kockázat	nagy kockázat	nagyon nagy kockázat
nagy (30-80 %)	nagy kockázat	nagyon nagy kockázat	nagyon nagy kockázat
biztos (80-100 %)	nagyon nagy kockázat	nagyon nagy kockázat	nagyon nagy kockázat

2. táblázat: A baleseti kockázat minősítése

4. A szimulációs modell fő jellemzői

A közúti gyalogátkelőhelyek környezetében történő forgalomáramlás és a gyalogos átkelés baleseti kockázatának vizsgálatára készített magatartási közlekedési szimulációs modell, valamint a modellt alkalmazó számítógépes program elnevezése a SIMPAS (Simulation du Passage Piéton).

A SIMPAS modell felépítését alapvetően meghatározza az a feltételezés, hogy a közlekedés során kialakuló pillanatnyi szituációk a közlekedés szereplői (járművezetők, gyalogosok, infrastruktúra) kölcsönös egymásra hatásának az eredménye. A közlekedés minden egyes szereplője többé-kevésbé autonóm, saját belső tulajdonságokkal. A különböző egyéni céljaik és tevékenységeik megvalósításához, valamint az esetlegesen felmerülő konfliktusok megoldásához önálló stratégiával rendelkeznek.

A kialakuló helyzetek összetettségét egyrészt az egyes közlekedési szereplők jellemző tulajdonságainak változatossága, másrészt a szereplők egymás között létrejövő kapcsolatainak sokrétűsége idézi elő.

A magatartási modellekben a közlekedés valamennyi szereplője önálló, autonóm és saját belső tulajdonságokkal rendelkezik. A közlekedés során a pillanatnyi állapotuknak, tulajdonságaiknak, célkitűzéseiknek és a környezetükből a forgalom állapotáról befogadott információk ismeretében, annak figyelembe vételével döntenek.

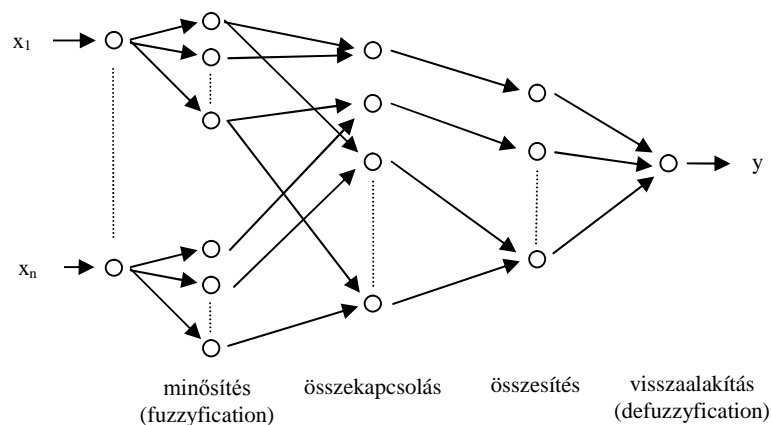
A közlekedés valamennyi résztvevője adatokat sugároz a környezetébe és adatokat fogad be a környezetéből. A befogadott adatok mennyisége és minősége a közlekedési szereplőre jellemző tulajdonság. A közlekedési szereplők meghatározásánál tehát lényeges mozzanat a szereplő által kicserélt (sugárzott és befogadott) információk meghatározása, mind mennyiségi, mind pedig minőségi szempontból. A gyalogosok és a járművezetők esetében az információhalmaz megállapításánál elsősorban a közlekedésszociológusok tanulmányai adtak támpontot.

A közlekedés szereplőinek belső működése az alábbi három, ciklikusan ismétlődő szakaszból áll:

- a környezetből érkező információk befogadása,
- a döntési stratégia kialakítása a feldolgozott információk és a belső tulajdonságok, valamint a célkitűzés figyelembe vételével,
- a döntés végrehajtása.

A SIMPAS modell sajátossága, hogy a közlekedés szereplőinek magatartási tulajdonságai (szabálykövetés, kockázatvállalás mértéke) a környezet, a forgalom minőségi jellemzőinek hatására megváltozhatnak. A konkrét forgalmi helyzetekben a közlekedés szereplői saját belső tulajdonságaik, szokásaik alapján döntenek. A járművezetők és a gyalogosok egyéni jellemzője, hogy egy adott pillanatban és egy meghatározott közlekedési szituációban a közlekedési szabályok, saját szándékaik és a forgalom többi elemének a figyelembe vételével milyen döntést hoznak.

A járművezetők és a gyalogosok közlekedési stratégiájának modellezése során a neurális hálózatok és a minősítő halmazelmélet (Fuzzy) matematikai módszereit alkalmaztam. A neurális hálózatok és a minősítő rendszerek együttes alkalmazásánál a minősítő rendszer szolgáltatja a neurális hálózat bemenő adatait és stratégiai döntés végrehajtásához, a mozgásállapot változtatásához szükséges konkrét értékeket (3. ábra).



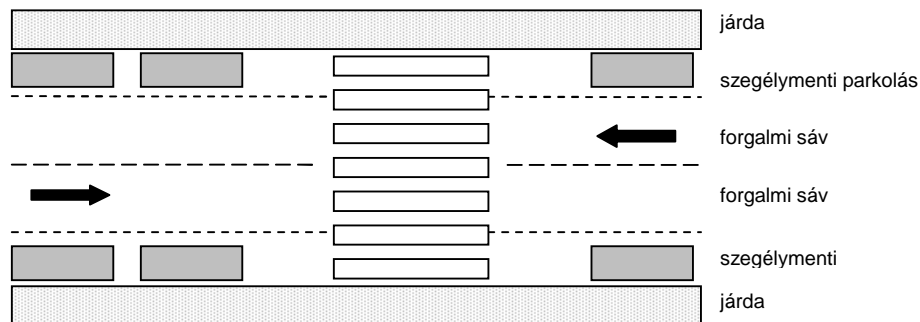
3. ábra: A minősítő rendszerek és a neurális hálózatok összekapcsolása [5]

5. A szimulációs vizsgálat ismertetése

A szimulációs számítások lefolytatásakor a forgalomáramlás adatainak gyűjtése kétirányú forgalmú, kétszer egysávos, szegély menti parkolású útszakaszon történt (4. ábra). Az útszakaszon engedélyezett sebesség 50 km/h.

A forgalomáramlás mennyiségi és minőségi jellemzőinek rögzítése mind az ötféle átkelő típus esetén ugyanazokkal a forgalom összetétellel és forgalomnagyságokkal történt. A szimulációs számítások során állandónak tekintetem a járműveknél a személygépkocsik és a tehergépkocsik arányát és a járművezetők járművezetés dinamikájának átlagos mértékét és ennek szórását. A gyalogosoknál nem változtattam az életkor kategóriák arányát a forgalomnagyságon belül.

A járművek, a kerékpárok és a gyalogosok beléptetési hely normális, az érkezési időközök meghatározása negatív exponenciális eloszlás szerint folyt.



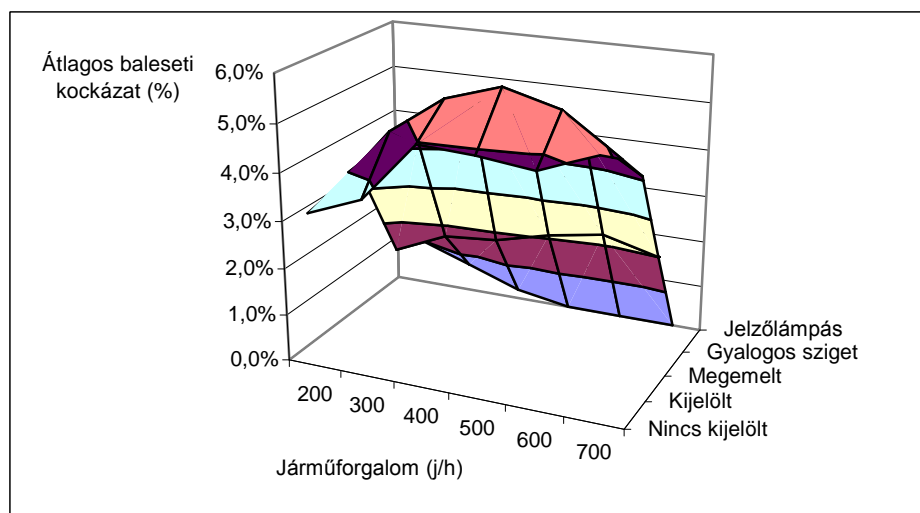
4. ábra: A vizsgált útszakasz elrendezése

A szimulációs számítások során változtatott paraméterek:

- átkelőhely: átkelő típus,
- járműforgalom: átlagos követési időköz sávonként,
- kerékpárforgalom: átlagos követési időköz sávonként, kezdeti szabálykövetés átlagos mértéke,
- gyalogosforgalom: átlagos követési időköz belépési helyenként, a kezdeti szabálykövetés és kockázatvállalás átlagos mértéke.

6. A vizsgálat eredményeinek bemutatása

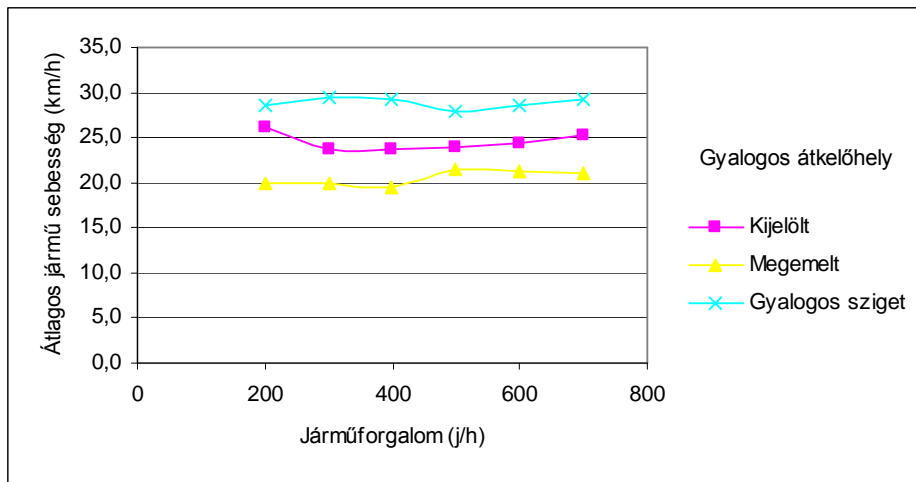
A SIMPAS magatartási szimulációs modell gyakorlati alkalmazásával összehasonlító vizsgálatot végeztem a különböző forgalomtechnikai kialakítású közúti gyalogos átkelőhelyek kialakítására, a forgalomnagyságokra és a baleseti kockázatra vonatkozóan (5. ábra).



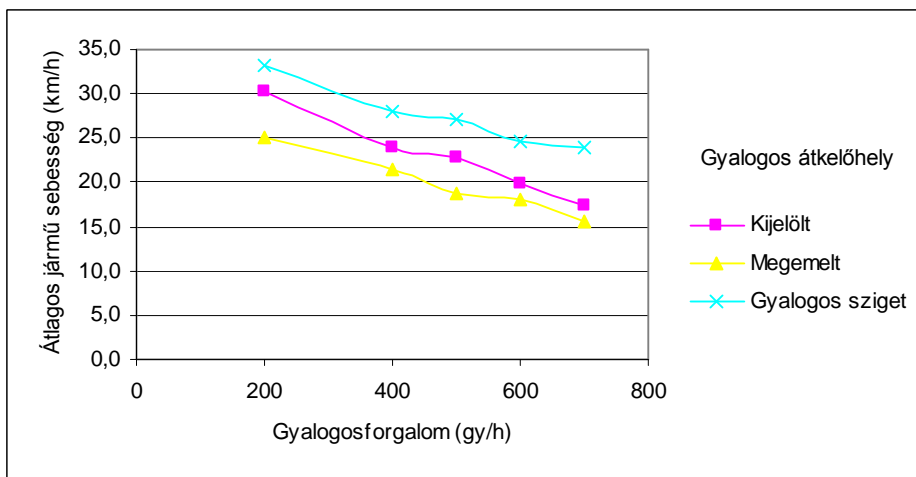
5. ábra: Az átlagos baleseti kockázat alakulása a különböző forgalomtechnikai kialakítású gyalogátkelőhelyek esetén állandó gyalogos forgalomnagyság mellett

A bekövetkező gyalogosbalesetek súlyosságát nagymértékben befolyásolja a járművek sebessége, ezért célszerű a járművek sebességét csökkenteni a kijelölt gyalogátkelőhely előtt. Ennek azonban kedvezőtlen hatása van a járművek veszteségidejére, ami viszont károsan hat a járművezetők szabálykövető magatartására.

Az átkelőhelynél a járművek sebességére a járműforgalom nagysága a vizsgált forgalom nagyság tartományban nincs mérhető hatással, a járművek sebessége elsősorban a gyalogosátkelőhely kialakításától függ (6. ábra). A gyalogosforgalom nagysága és a jármű sebesség között szoros kapcsolat mutatható ki, a gyalogosforgalom növekedése jelentősen csökkenti az átkelőhely környezetében a járművek sebességét (7. ábra).



6. ábra: A járművek átlagos sebessége a gyalogátkelőhelynél a járműforgalom nagyságának függvényében 400 gy/h gyalogosforgalom esetén

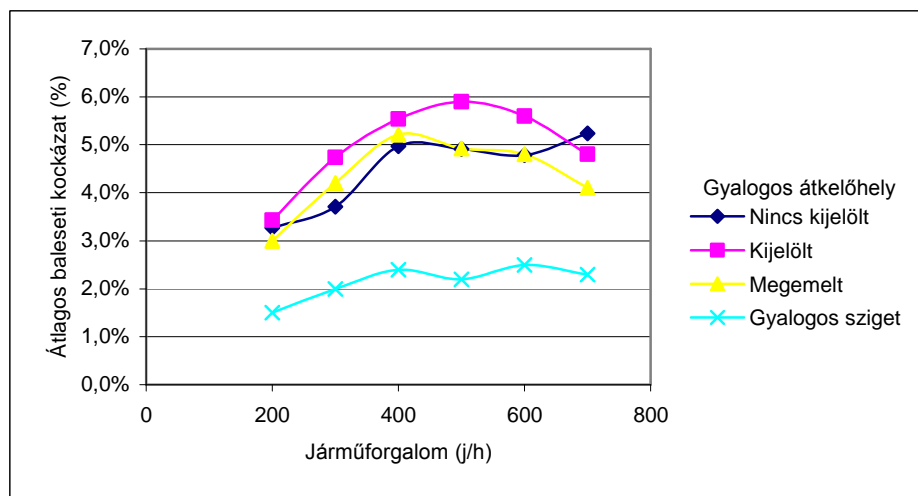


7. ábra: A járművek átlagos sebessége a gyalogátkelőhelynél a gyalogosforgalom nagyságának függvényében 600 j/h járműforgalom esetén

A gyalogosok kockázatvállalásának alakulása és a várakozási idejük között szoros kapcsolat mutatható ki, amely szintén befolyásolja az átkelés baleseti kockázatát. A szimulációs vizsgálat alapján megállapítható, hogy az átlagos baleseti kockázat fordítottan arányos a gyalogosforgalom nagyságával, amelynek magyarázata, hogy a gyalogosforgalom növekedésével a járművek átlagos sebessége a gyakori elsőbbségadási kötelezettség miatt csökken.

A gyalogos átkelés átlagos kockázatának alakulását mutatja a különböző gyalogosátkelőhely típusok és a járműforgalom nagyságának függvényében a 8. ábra.

Az átlagos baleseti kockázat azért nem a kijelölt gyalogátkelőhely nélküli útszakaszon a legnagyobb, mert a járművek sebessége és a gyalogosok elsőbbségének hiánya miatt az átkelés becsült baleseti kockázata általában nagyobb, mint a gyalogosok pillanatnyi kockázatvállalása.



8. ábra: A gyalogos átkelés átlagos kockázata a járműforgalom nagyságának függvényében 400 gy/h gyalogosforgalom esetén

A kijelölt gyalogátkelőhely nélküli útszakaszon a gyalogosoknak nincs elsőbbsége a járművekkel szemben, így az átlagos baleseti kockázat a jármű forgalomnagysággal együtt növekszik (nő a gyalogos-jármű találkozások száma), majd a járművek sebességének csökkenésével mérséklődik.

A kijelölt gyalogos átkelőhelynél az átlagos baleseti kockázat mértéke alacsony forgalomnagyság esetén nagyon ingadozó, nagymértékben függ a gyalogos-jármű találkozások valószínűségétől. A forgalomnagyságok növekedésével egyre kiegyensúlyozottabbá válik. Jellemét tekintve az átlagos baleseti kockázat alakulása követi a járművek sebességének alakulását. A gyalogosforgalom növekedésével a járművek feltartóztatása is emelkedik, sebességük csökken, ami az átlagos baleseti kockázat mérséklődését idézi elő.

A megemelt gyalogátkelőhely előtt a gyorsan haladó járművek lassítani kényszerülnek, úgy hogy sebességük 30 km/h körüli legyen az átkelőhelyen. Mivel a járművek nem csak a gyalogosok miatt kényszerülnek lassításra, így a forgalomnagyságok és a baleseti kockázat közötti összefüggést ábrázoló grafikon több kiugró értéket is tartalmaz. A gyalogosforgalom növekedésével az átlagos baleseti kockázat csökken, amelynek magyarázata, hogy egyrészt a járművek sebessége lecsökken a gyalogos-átkelőhelynél, másrészt a gyalogosok egy időben többen is átkelhetnek.

Gyalogos sziget esetén a gyalogos-jármű találkozások száma lecsökken a kijelölt gyalogátkelőhelyhez képest az ugyanolyan mértékű forgalomnagyságok esetén. Következésképpen a gyalogosok átlagos várakozási ideje jelentősen mérséklődik, amely kedvezően befolyásolja az átlagos baleseti kockázat mértékét. Az átlagos baleseti kockázat alakulása a gyalogos forgalomnagyság növekedésével a kijelölt és a megemelt gyalogos-átkelőhelyhez hasonlóan mérséklődik, azonban az átlagos kockázat nagysága a kisebb jármű-gyalogos találkozási valószínűség miatt fele, illetve kétharmada, mint azoknál.

Jelzőlámpás gyalogátkelőhelynél zöld gyalogos jelzésen a gyalogosok átkelésének baleseti kockázata nulla. Baleseti kockázatot csak a szabályszegő gyalogosoknál, a tilos jelzés ellenére vagy nem a kijelölt átkelőn történő átkelésnél lehet értelmezni, azonban a szimulációs számítások során ezeknek az eseteknek az aránya csekély, az ebből fakadó átlagos kockázat mértéke kicsi. Ezzel szemben, mivel a járművek sebessége az átkelőhelynél a zöld jármű jelzésnél nagy, a szabálytalanul átkelő gyalogosoknál a baleseti kockázat a legmagasabb.

Összefoglalás

A szimulációs számítások eredményeinek értékelésével megállapított legfontosabb következtetések:

- a jelzőlámpás gyalogátkelő kivételével a baleseti kockázat elsősorban a gyalogosok kockázatvállalásának mértékétől függ, amelynek legfontosabb befolyásoló tényezője a gyalogos várakozási idő. A gyalogosok várakozási idejét pedig legfőképpen a járműforgalom nagysága és a járművezetők elsőbbségadási kötelezettségének betartása (a járművezetők szabálykövetésének mértéke) határozza meg,
- ha a járművezetők maradéktalanul betartanák a közlekedési szabályokat, elsőbbséget adnának valamennyi, a gyalogátkelőhelynél átkelésre várakozó gyalogosnak, akkor a baleseti kockázat ugyan minimálisra csökkenne, azonban nagy járműforgalom esetén a járművek feltorlódnának. A közepes járműforgalom esetén mégsem figyelhető meg torlódás a járműforgalomban, ennek az a magyarázata, hogy a járművezetők szabálykövető magatartása a növekvő veszteségidő miatt lecsökken,
- a jelzőlámpás gyalogátkelőhely a baleseti kockázat szempontjából a legkedvezőbb, azonban számos hátránnyal rendelkezik: alacsony jármű- vagy gyalogosforgalom esetén a jármű megállások és a gyalogos várakozások indokolatlanok is lehetnek, amelyek szintén károsan hatnak a szabálykövetés mértékére.

A gyalogátkelőhely típus megválasztásának általános összefüggései:

- kijelölt gyalogátkelőhely nélküli útszakasz: alacsony jármű- és gyalogos forgalomnagyság, jól belátható és áttekinthető útszakasz,
- kijelölt gyalogátkelőhely: alacsony jármű forgalomnagyság és közepes jármű sebességek, napszakonként nagymértékben ingadozó gyalogos forgalomnagyság,
- megemelt gyalogátkelőhely: fokozott balesetveszélynek kitett gyalogosok, elsősorban gyermekek (iskolák környéke), alacsony jármű forgalomnagyság, lehetőleg egyirányú forgalom,
- gyalogos sziget: többsávos, kétirányú útszakasz, közepes jármű- és gyalogos forgalomnagyság,
- jelzőlámpás: nagy jármű forgalomnagyság, illetve többsávos, kétirányú útszakasz.

Fontosnak tartom kihangsúlyozni, hogy a gyalogos átkelőhely típusának, forgalomtechnikai kialakításának a forgalomnagyságok csak egyik (bár nagyon lényeges) befolyásoló tényezői. Ebből kifolyólag nem tartom célszerűnek sémák készítését.

Minden egyes közúti gyalogos átkelőhelyet egyedinek kell tekinteni, és az átkelőhely típusának kiválasztásánál külön vizsgálatot elvégezni (természetesen a hasonló közlekedési igényeket kielégítő átkelőhelyek tapasztalatait figyelembe véve).

Irodalom

- [1] Központi Statisztikai Hivatal, Személyi sérüléssel járó közlekedési balesetek, 2006. I-IV. negyedév, KSH gyorstájékoztató, 2007. február 27.
- [2] Assally, J.P.: Le risque accidentel chez les jeunes et sa prévention, Rapport n°163 INRETS, 1993
- [3] Holló P.: Methods and tools of analyzing road accident data, PIARC International Road Safety Seminar Beijing (China) 18th - 20th October 2005
- [4] Holló P.: A közúti közlekedésbiztonság komplex rendszere, Közúti közlekedésbiztonság, Novadat, Budapest
- [5] Lin, C.T., Lee, C.s.: Neural network based fuzzy logic control and decision system, IEE Trans. On Computers n°40, 1991