

**A SZAKASZSEBESSÉG-ELLENŐRZÉS BEVEZETÉSÉNEK
VÁRHATÓ KÖZLEKEDÉSBIZTONSÁGI HATÁSA A
MAGYAR AUTÓPÁLYÁKON**

Konzulensek: Dr. Koren Csaba, Dr. Makó Emese

Készítette: Körmendi István

Neptun kód: DW9UZ2

Szak: Infrastruktúra-építőmérnök (MSc)

Tartalom

1. Bevezetés	2
2. Mérési eljárás bemutatása nemzetközi példákon keresztül	3
2.1. Jogi feltételek.....	7
2.2. A járművezetők véleménye a jogkövető magatartásra sarkalló rendszerekről.....	8
2.3. A szakaszsebesség-ellenőrzés SWOT analízise	9
3. A mérési eljárás alkalmazási lehetősége a magyar autópályahálózaton.....	11
3.1. A magyar autópályák közlekedésbiztonsági helyzete	11
3.2. A szakaszsebesség-ellenőrzés közlekedésbiztonsági hatásainak számítása.....	12
3.3. Közlekedésbiztonsági hatás számítása sebességcsökkenésen alapuló modell segítségével (Nilsson, 2004).....	13
4. A bevezetés költségeinek és hasznainak számbavétele.....	18
4.1. Költségek számbavétele	18
4.2. Hasznok számbavétele (NFÜ, 2007)	19
4.2.1. Utazási idő megtakarítás.....	19
4.2.2. Baleseti kockázat változása	20
4.2.3. Jármű üzemköltség változás	21
4.2.4. Környezeti hatások változása	22
4.2.5. Összesítés	23
5. Összefoglalás	24
6. Hivatkozáslista	25
7. Ábrajegyzék.....	27
9. Mellékletek	28

1. Bevezetés

A statisztikai adatok tanúsága szerint a magyar autópályák négyszer biztonságosabbak az alsóbbrendű utaknál (Koren et al., 2009). Öröndetes tény, hogy a gyorsforgalmi úthálózat bővülése és a futásteljesítmény növekedése ellenére, 2008-ban az autópályákon bekövetkező halálos balesetek száma több mint a felére csökkent a 2000. évi adatokhoz képest (Koren et al., 2009). Azonban európai uniós összehasonlításban a magyar autópályák közlekedésbiztonsági mutatói továbbra is elmaradnak az átlagtól.

Nyugat-Európában sikerrel alkalmaznak egy újfajta sebességmérési eljárást, az úgynevezett szakaszsebesség-ellenőrzést. A mérési eljárás lényege az, hogy a közúti forgalom felügyelete nem egy konkrét ponton, hanem egy hosszabb-rövidebb útszakaszon valósul meg, ezáltal a jogkövető magatartás kikényszerítésére is hosszabb távon kerül sor. Az útszakaszon a járművezetők további magatartásának felügyeletére (pl. előzési szabályok és a biztonságos követési távolság megtartása stb.) kerülhet sor „jármű megfigyelő rendszer” (Client surveillance system) alkalmazásával. Az eljárás a korszerű technikai eszközök igénybevételével egy teljesen automata, integrált közúti ellenőrző rendszert alkot. (FAIR¹ Projekt, 2006)

A tapasztalatok azt mutatják, hogy a szakaszsebesség-ellenőrzés hatására csökken az átlagsebesség, egyenletesebb forgalmi áramlás alakul ki, és kedvezően befolyásolja a járművezetők szemléletét. Az „jármű megfigyelő rendszer” alkalmazásával kikényszeríthető az előzési szabályok és a biztonságos követési távolság megtartása is.

A dolgozat célja annak számszerű vizsgálata, hogy a szakaszsebesség-ellenőrzés bevezetésének milyen várható közlekedésbiztonsági hatása lenne a magyar autópályákon. A balesetszám várható csökkenését a nyugat-európai példák tapasztalatai valamint Nilsson², a sebességcsökkenés balesetszámmra gyakorolt hatását leíró modelljének felhasználásával becsülöm meg.

¹FAIR: Fully Automatic Integrated Road Control, magyarul: Teljesen Automatizált Integrált Közúti Ellenőrzés

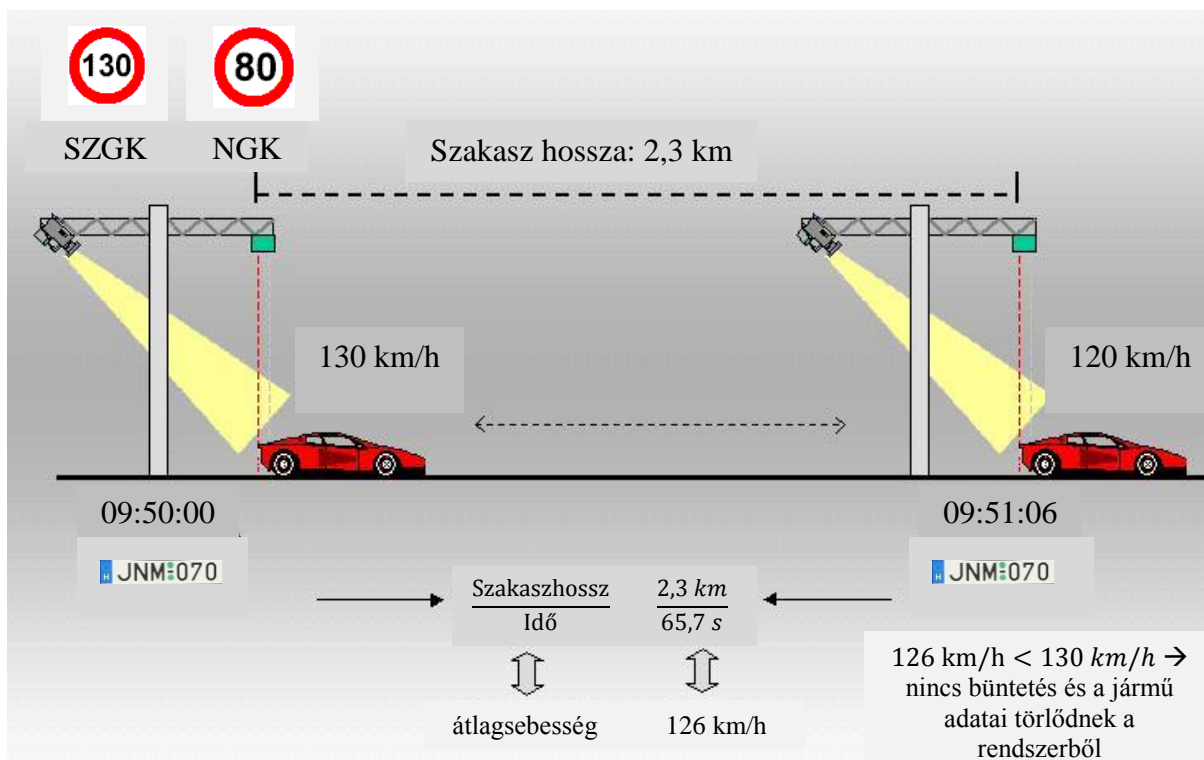
²Nilsson G. (2004), Traffic Safety Dimension and the Power Model to Describe the Effect of Speed on Safety, Lund Institute of Technology and Society Traffic Engineering, 121. old., 2004.

2. Mérési eljárás bemutatása nemzetközi példákon keresztül

A szakaszsebesség-ellenőrzés lényege, hogy a közúti forgalom felügyelete nem egy konkrét ponton, hanem egy például 2,3 km-es útszakaszon valósul meg, ezáltal a jogkövető magatartás kikényszerítésére is hosszabb távon kerül sor. Az autópálya bizonyos szakaszain vagy akár teljes hosszon mérik az autósok átlagsebességét, és ha a gépjárművezető az adott szakaszon gyorsabban hajt, mint az a sebességhatárok alapján „teljesíthető” lenne, automatikusan büntetést kap. A mérési szakasz elején és végén elhelyezett ellenőrző kapu alatt elhaladó jármű azonosításra kerül, és a rendszer feljegyzi a belépés és a kilépés pontos időpontját, majd ezekből az adatokból kiszámítja a jármű átlagsebességét (2/2.). A teljesen automatizáltan működő rendszer az átlagsebességet a kapuk közötti út megtételéhez szükséges idő és a mérési kapuk közötti távolság hányadosaként számítja ki (2/1.).

$$\text{Átlagsebesség (v}_{\text{átl.}}) = \frac{\text{Út (s)}}{\text{Idő (t)}} \quad 2/1.$$

Ezt követően az átlagsebességet összehasonlítja a rendszer az adott szakaszon megengedett legnagyobb sebességgel, és amennyiben az átlagsebesség meghaladja a sebességhatárt, automatikusan büntetést ró ki a szabálysértőre.



2/2. Szakaszsebesség-ellenőrzés elvi sémája
Forrás: Speed Fact Sheet, 2009

Az 1990-es évek végén Hollandia volt az első ország, ahol bevezették ezt a fajta sebességmérési rendszert, majd számos főként európai ország követte példáját.

A szakirodalomban a szakaszsebesség-ellenőrzésre (section speed control) több angol elnevezés is használatos, úgy mint: time over distance cameras, average speed enforcement (Egyesült Királyságban), trajectory control (Hollandiában), TUTOR (Olaszországban), point to point speed enforcement, section control.

A szakaszsebesség-ellenőrzésre alkalmas felügyeleti rendszerekkel szemben támasztott főbb követelmények:

- legyen alkalmas különböző járműtípusok (szgk., tggk.) számára megengedett sebesség ellenőrzésére,
- folyamatosabb forgalmi lefolyást tegyen lehetővé, csökkenjenek az „állj és menj” (araszoló) forgalmi szituációk és a torlódások időtartama, száma.
- legyen alkalmas a lezárt sávok felügyeletére,
- legyen alkalmas az autópályára ellenkező irányba felhajtó járművek kiszűrésére,
- legyen alkalmas képelemzés használata révén a túlméretes járművek kiszűrésére (alagutak, aluljárók előtt),
- legyen alkalmas a lopott járművek felderítésére,
- biztosítson forgalmi felügyeletet az útüzemeltető számára,
- szolgáltatson statisztikai adatokat a forgalomról (forgalmi sebesség, forgalomnagyság, csúcsidőszakok).

Hollandiában az A13-as autópályán vezették be ezt a sebességmérési eljárást 2002-ben. A rendszer üzembe helyezését követően a járműveknek csupán 0,5%-a lépte túl a sebességhatárt, az ütközések száma 47%-kal csökkent. Az áldozatok, sérültek száma szintén hasonló mértékben csökkent, de számuk túl kicsi ahhoz, hogy abból következtetéseket lehessen levonni (statisztikailag kevés adat). (SUPREME, 2007)

Olaszországban a magas baleseti kockázatú szakaszokon 2005-től fokozatosan vezették be a „Tutor”-nak (oktatónak) nevezett szakaszsebesség-ellenőrző rendszert. 2007 augusztusáig összesen 460 km-en történt meg a „Tutor” telepítése, mely egyenként 5-30 km hosszúságú szakaszokon ellenőrzi a járművek sebességét. Az eredmények igazolni látszanak a korábbi várakozásokat, ugyanis ahol bevezették a rendszert, a halálozási kockázat az első évben

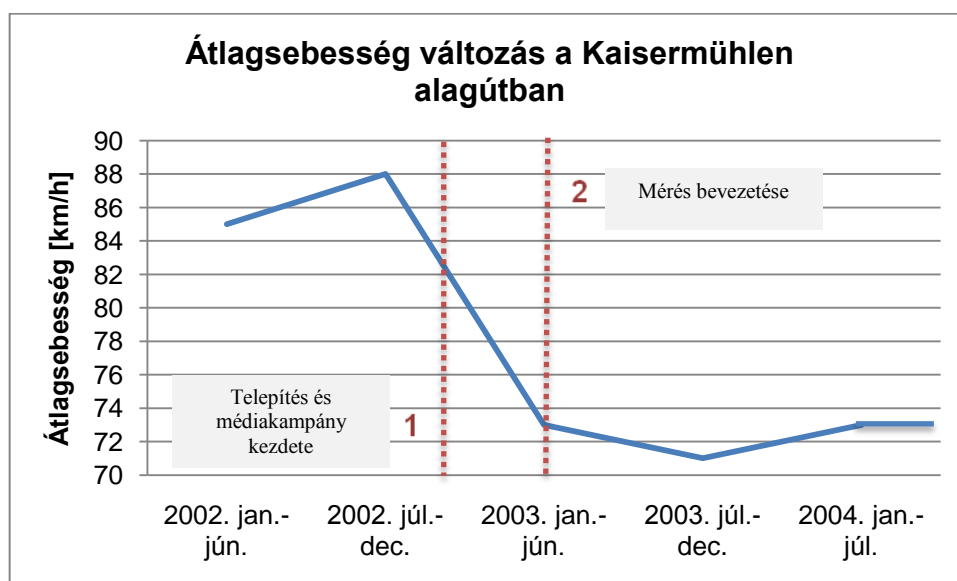
megfeleződött (-51%). A baleseti és a sérülési ráta 19%-kal ill. 27%-kal, a középsebesség 16%-kal csökkent. (2/3.)

A szakaszsebesség-ellenőrzés további kiterjesztését tervezik mintegy 900 km-nyi autópálya szakaszon, ezáltal az olasz autópálya hálózat több mint 30%-át bevonva az automatizált felügyeleti rendszerbe.

	2005 szept. – 2006 aug.	2006 szept. – 2007 aug.	Változás
Halálozási arány	0,84	0,41	-50,9%
Sérültek aránya	23,60	17,28	-26,8%
Baleseti arány	50,04	40,47	-19,1%

2/3. Baleseti adatok változása a TUTOR rendszer bevezetését követően
Forrás: *Autostrade per l'Italia, 2009; Koren et. al., 2009*

A szakaszsebesség-ellenőrzés másik széles körben elterjedt alkalmazási területe az alagutak. **Ausztriában**, Bécsben, a Kaisermühlen autópálya alagútban 2003-ban telepítettek egy ilyen rendszert (2/4. diagram, 1-es vonal). A mérési adatokból jól követhető egy ilyen rendszer bevezetésének sebességre gyakorolt hatása. Az alagútban a megengedett legnagyobb sebesség a személygépkocsik számára 80 km/h volt. A mérés bevezetését követő első évben a járművezetők jogkövető magatartása (és a büntetéstől való félelmük) következtében az átlagsebesség több mint 10 km/h-val csökkent (85 km/h-ról 75 km/h alá). A mérések bevezetéséről tartott médiakampányt követően rohamosan csökkent az átlagsebesség az alagútban (egészen 77 km/h-ra), majd később beállt egy viszonylag állandónak tekinthető értékre (73 km/h). (2/4.)



2/4.

Az átlagsebesség, valamint a segeskülönbségek csökkenéséből fakadóan nem maradt el a közlekedésbiztonsági hatás sem (2/5).

	Változás
Sérülései balesetek aránya	-33,3%
Halálos és súlyos sérültek aránya	-48,8%
Könnyű sérültek	-32,2%

2/5.

Francaországban, az A10-es autópályán telepítettek egy 12 km hosszú szakaszon átlagsebességet mérő rendszert, mely a szakasz végén jelez a gyorsajtó járművezetőnek, hogy lassítson. Hatékony elrettentő eszköznek bizonyul, hogy a mérést követően a sebességet túllépő jármű rendszámablaja és a „gyorsan hajt” felirat megjelenik egy változtatható jelzéseképű információs táblán.

Angliában és Skóciában a mérési rendszer telepítése után három évvel a különböző szakaszokon az alábbi eredményeket kapták:

- Nottinghamshire-ben tizenegy úton szereltek fel szakaszsebesség-ellenőrző kamerákat 2000-ben. Ennek hatására az elhunytak és a súlyos sérültek száma átlagosan 65%-kal csökkent.
- Northamptonshire-ben az A43-as Lumbertubs Way-en az elhunytak és súlyos sérültek száma 60%-kal, az A428-as úton 85%-kal csökkent (telepítés 2001-ben).
- Dél-Yorkshire-ben az A616 Stocksbridge elkerülő szakaszon 82%-kal csökkent az elhunytak és súlyos sérültek száma (telepítés 2003-ban).
- Strathclyde-ban (Skócia) az A77-es úton az egybefüggő 51,5 km hosszú szakaszon telepített szakaszsebesség-ellenőrző rendszer hatására az elhunytak és súlyos sérültek száma 37%-kal csökkent (telepítés 2005-ben).

Forrás: Speed Check Services, Police, highways authorities.

A szakaszsebesség-ellenőrzés értékelésekor a különböző tanulmányok **átlagosan 15%-os sebességcsökkenésről** számolnak be. A járművek sebessége mindig a sebességhatárig vagy az alá csökkent (Soole, 2009). **A sebességcsökkenés hatására jelentősen (30-82%-kal) csökkent a balesetben érintettek száma**, különös tekintettel a súlyos sérültek és az

elhunytak számára. **A szakaszsebesség-ellenőrzés ugyanakkor viszonylag drága technológia**, ezért több tanulmány is rámutat, hogy csak **autópályákon és nagy forgalmú utakon ajánlott a használata**.

2.1. Jogi feltételek

Adatvédelmi okokból automatikusan törlődik a rendszerből azoknak a járműveknek az adata, amelyek nem lépték túl a sebességhatárt. Tehát hosszabb idejű adatkezelésről nem beszélhetünk, kizárólag vétkes járművek esetén. **Az adatvédelem ilyen formában nem jelenthet jogi akadályt a szakaszsebesség-ellenőrzés bevezetésekor**, de persze a törvényi szabályozás országonként eltérő lehet. Adatvédelmi aggályokat az szül, hogy a mérés alá vont szakaszon áthaladó összes, tehát a nem szabálysértő jármű adata is a szakasz elején begyűjtésre és a szakasz végéig feldolgozás céljából tárolásra kerül.

Az objektív felelősség magyarországi vitája kapcsán tanulságos lehet Ausztria példája, ahol már évek óta hatályos hasonló törvény. Azonban Ausztriában is nehézséget jelent a külföldi állampolgárok megbírságolása, mivel –Németországban és több más, Ausztriával szomszédos országban – bizonyítani kell a járművezető kilétét (fénykép alapján azonosíthatónak kell lennie), mely egy rendszámfelismerésen alapuló rendszer esetében igen nehézkes (Soole, 2009).

Éppen a vezetői felelősség bizonyításának nehézsége lehet az oka annak, hogy az intelligens közlekedési rendszerek alkalmazásában élen járó, skandináv országok nem alkalmazzák ezt a rendszert.

Magyarországon 2008. január 1. óta hatályosak az üzemben tartók „objektív felelősségét” szabályozó törvényi rendelkezések. Az Alkotmánybíróság 2009. május 26-án az új jogintézményt alkotmányosnak ítélte. A határozatában hangsúlyozza, hogy „a közlekedési jogszabályok – mint a közlekedési morál minimuma – tényleges betartásához nélkülözhetetlenek a jogérvényesítő szankciók, azok előre kilátásba helyezése, majd a jogsértést követő tényleges – kikerülhetetlen – kiszabása.” (Jogi Fórum, 2009) Továbbá az indoklás kitér a gyorsjárat társadalmi hatásaira is, hiszen „A kiemelt jogsértésekért az üzemben tartó felelőssé tételét különösen mások életének a védelme, és a közúti közlekedés rendjének mint össztársadalmi érdeknek a megóvása alkotmányosan indokolja.” (Jogi Fórum, 2009)

2.2. A járművezetők véleménye a jogkövető magatartásra sarkalló rendszerekről

Az elmúlt évtizedben jelentős növekedés tapasztalható, a jogkövető magatartásra rákényszerítő, az adott útszakaszon elhelyezett, felügyeleti rendszerek használatában.

A gyorsajtást figyelő rendszerek társadalmi elfogadottságát vizsgálta egy, a járművezetők körében 2004-ben SARTE Projekt keretében készített felmérés. A 2/6.-os táblázatban országonként azoknak a járművezetőknek a részaránya látható, akik támogatják a jogkövető magatartásra kényszerítő rendszerek alkalmazását. A közvélemény kutatás során feltett irányított kérdés a következő volt:

- „Mennyire támogatná az automatizált kamerákkal történő sebességellenőrzést?”
- „Nagyon /eléggé/nem nagyon/egyáltalán nem”.

2/6. Járművezetők, akik „nagyon” támogatják a sebességmérő kamerarendszerek alkalmazását

Ország	Elfogadottság	Ország	Elfogadottság
Ausztria	19%	Olaszország	26%
Belgium	41%	Hollandia	29%
Ciprus	31%	Lengyelország	44%
Cseh Köztársaság	20%	Portugália	27%
Dánia	30%	Szlovákia	29%
Észtország	22%	Szlovénia	26%
Finnország	45%	Spanyolország	15%
Franciaország	24%	Svédország	20%
Németország	19%	Egyesült Királyság	37%
Görögország	28%	Horvátország	32%
Magyarország	35%	Svájc	14%
Írország	55%	Átlag	29%

Forrás: European Drivers and Road Risk SARTRE 3 reports, 2004

A felmérés kitért a piros lámpán történő áthaladás automatikus ellenőrzésének elfogadottságára is. A felmérés készítői azt tapasztalták, hogy a sebességmérő kamerák elfogadottsága alacsonyabb, mint a piros lámpán történő áthaladást ellenőrző kameráé. A mérési eljárás támogatottsága Svájcban (14%) volt a legalacsonyabb és Írországban (55%) a legmagasabb. **A sebességmérő kamerarendszerek elfogadottsága Magyarországon (35%) az európai országok átlagához (29%) képest nagyobb volt 2004-ben.**

Meg kell jegyezni, hogy az eredményeket valószínűleg befolyásolták a felmérésben résztvevő országok eltérő körülményei. Sok országban már széles körben alkalmaztak sebességmérő kamerákat és így a járművezetők meghatározó része már kapott az automatikus ellenőrzés révén felderített gyorsajtásért büntetést.

2.3. A szakaszsebesség-ellenőrzés SWOT analízise

A fent leírtak felhasználásával elkészítettem a szakaszsebesség-ellenőrzés SWOT analízisét, melynek segítségével jobban látható a bevezetés és az üzemeltetés alatt várható hatások. (2/7.)

2/7. A szakaszsebesség-ellenőrzés SWOT analízise

	Előnyök (S)	Hátrányok (W)	Lehetőségek (O)	Veszélyek (T)
Bevezetéskor	-Csökken/megszűnik a gyorsajtók száma. -Egyenletesebb forgalmi áramlás. -Kedvező közl. biztonsági hatás (balesetszám és azok súlyossága csökken).	-Pillanatnyi gyorsajtást nem szűri ki. -Általában nagy beruházási költség, de a magyar autópályák esetében nem	-Járművezetők szemléletváltozása. -Gyorsforgalmi úthálózaton túlmutató közl. biztonsági hatás.	-Adatvédelmi aggályok.
Üzemelés közben	-Közlekedésbiztonsági hatása tartós. - Kisebbségi rendőrségi költségek. - Alacsony üzemeltetési költség.		-Rendszer kiegészítése „jármű megfigyelő rendszerrel”. -Lopott járművek felderítése.	-Társadalmi ellenállás, de Magyarország kedvező helyzetben van (lásd: 2/6. táblázat)

Több tanulmány is igazolja (SUPREME, 2007; Soole, 2009), hogy a járművezetők nem csupán a mérési szakaszon haladnak a törvényileg engedélyezett sebességgel, mivel a szakaszsebesség-ellenőrzés pozitív hatása a teljes közlekedési hálózaton kimutatható. A járművezetők szemléletváltozása révén ugyanis csökken a gyorsajtók száma és javulnak a baleseti mutatók az alacsonyabb rendű utakon is.

Felmérések bizonyítják, hogy a szakaszsebesség-ellenőrzés nagyobb társadalmi elfogadottságnak örvend, mint a hagyományos sebességmérő kamerák (Soole, 2009; SUPREME, 2007). Ennek az lehet az oka, hogy az adott pontban mért gyorsajtás oka a koncentráció pillanatnyi lazulása vagy egy másik jármű előzése is lehet. A megengedett maximális szakasz-átlagsebesség túllépése jobban megmutatná a valódi (tartós) gyorsajtókat, mint az egy pontban mért sebesség.

A szakaszsebesség-ellenőrzésnek számos alkalmazása és hatása van. A bevezetés hatására az egész hálózatra kiterjedő sebességcsökkenésből következően a forgalmi torlódások és a környezetterhelés csökken. Hollandiában főként az előbbi két cél érdekében alkalmazzák ezt a mérési eljárást, a forgalombiztonsági hatása csupán pótlólagos haszon. Néhány szakaszon lényegében azért telepítettek ilyen rendszert, hogy a környezetvédelmi szempontok alapján

megállapított új sebességhatár betartását elősegítsék (SUPREME, 2007). A Rotterdam melletti szakaszon a bevezetett intézkedések nyomán csökkent a zajszennyezés és 5-10%-kal csökkent a légszennyezés. A kedvező eredmények láttán további 15 szakaszon telepítettek szakaszsebesség-ellenőrző berendezéseket és vezettek be hasonló sebességcsökkentő intézkedéseket. (Bureau Verkeershandhaving Openbaar Ministerie, 2007)

A szakaszonként felállított ellenőrzőpontok alkalmasak lennének a lopott járművek kiszűrésére is, hiszen a technológia alapja a járművek rendszám-tábla alapján történő azonosítása.

A rendszer meg tudja különböztetni a különböző járműtípusokat és alkalmas több forgalmi sáv azonos idejű ellenőrzésére is. Tehát az átlagsebesség mérésen kívül képes a sávváltás, a biztonságos követési távolság, a reflektor használatának ellenőrzésére is.

3. A mérési eljárás alkalmazási lehetősége a magyar autópályahálózaton

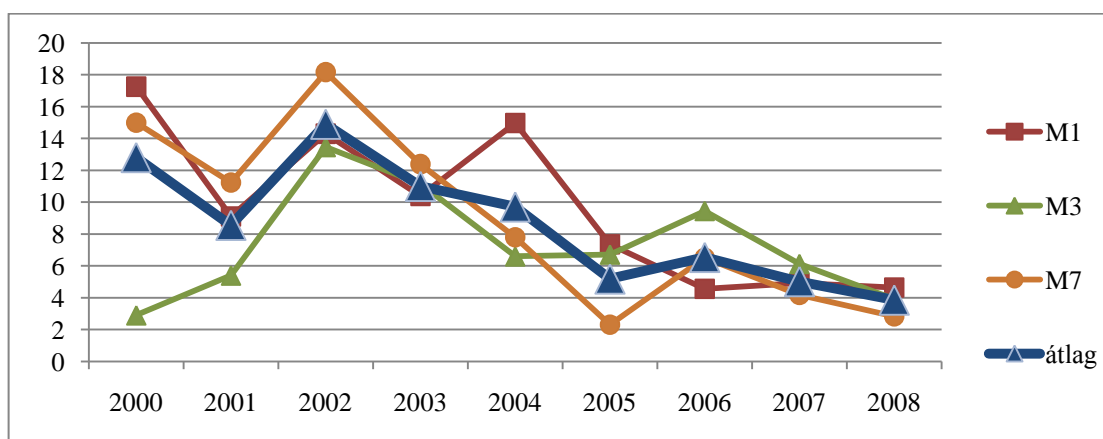
Először a magyar autópályahálózat közlekedésbiztonsági helyzetét szeretném röviden összefoglalni, majd rátérek a szakaszsebesség-ellenőrzés közlekedésbiztonsági hatásainak számítására. Az előrebecslést a 2008. évi baleseti adatok alapján kétféle módszerrel szeretném elvégezni: összehasonlítással és egy sebességváltozáson alapuló modell használatával. Végül a kapott eredményeket szeretném értékelni.

3.1. A magyar autópályák közlekedésbiztonsági helyzete

Az autópályákon előforduló balesetek jellemzői a párhuzamos közlekedésből és a nagyobb sebességből adódóan eltérnek a főútvonalakon és az alsóbbrendű utakon tapasztaltaktól. A gyorsforgalmi utak egyik legjellemzőbb baleseti típusa a pályaelhagyásos baleset, amikor a jármű a forgalmi sávot elhagyva letér az útpályáról vagy úttartozéknak ütközik. Ennek kiváltó oka elsősorban a sebesség helytelen megválasztása, a relatív gyorsajtás, illetve a figyelmetlenség, az elalvás, és a váratlan helyzetekben végrehajtott hirtelen kormánymozdulatok. (ÁAK, 2009)

A magyar autópályahálózaton a járműforgalom évről-évre átlagosan 6-8 %-kal nő, mely részben az új szakaszok átadásának, részben a járműszám növekedéséből adódik. **A baleseti adatok fajlagos mutatók alapján történő elemzése a baleseti helyzet egyértelmű javulásáról tanúskodik**, hiszen 2000 és 2008 között, az 1 milliárd jkm-re jutó elhunyt személyek száma a negyedére csökkent (21 fő/mill. jkm-ről 5 fő/mill. jkm-re). Az 1 milliárd jkm-re jutó sérült személyek száma ugyenebben az időszakban 60%-kal csökkent. (Koren et. al., 2009)

3/1. 10^9 jkm-re jutó halálos balesetek száma az ÁAK által kezelt autópályákon



Forrás: Koren et. al., 2009

A forgalomnagyság és a balesetszám között kimutatható szoros összefüggésnek megfelelően **a balesetszám 2007-ig**, a hálózatbűvülést csupán részben követve, **folyamatos növekedést mutatott. Majd a 2008. évben a balesetszám csökkenésnek indult**, 3194-ről 2740-re (-15 %), de egyelőre nem lehet eldönteni, hogy hosszabb távú vagy csak egyszeri csökkenésről van szó. (3/2.)

2004-ben a gyorsajtás vezető halálok volt a magyar autópályákon, majd a riasztó baleseti adatok nyomán bevezetett szigorító intézkedések hatására 2008-ra a halálos balesetek száma és részaránya jelentősen lecsökkent (24 %-ról 6 %-ra), de még így is a 11 legjelentősebb baleseti ok között szerepel. „A közlekedésbiztonsági adatokból kitűnik, hogy a követési távolság be nem tartása (2008-ban 20%) és a figyelmetlen sávváltás (2008-ban 15 %), részaránya az időben folyamatosan nő.” (Koren et. al., 2009)

3/2. Balesetek száma a gyorsforgalmi úthálózaton

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
halálos	48	27	50	46	41	28	44	39	34	357
könnyű	122	169	189	200	217	214	237	260	285	1893
súlyos	127	150	145	139	150	142	137	156	137	1283
anyagi káros	1200	1349	1384	1492	1904	2207	2419	2749	2277	16981
	1497	1695	1768	1877	2312	2591	2837	3204	2733	20514

Forrás: ÁAK, Koren et. al., 2009

3.2. A szakaszsebesség-ellenőrzés közlekedésbiztonsági hatásainak számítása

A szakaszsebesség-ellenőrzés értékelésekor a különböző tanulmányok **átlagosan 15%-os sebességcsökkenésről** számolnak be. A járművek sebessége mindig a sebességhatárig vagy az alá csökkent (Soole, 2009). **A sebességcsökkenés hatására jelentősen (30-82%-kal) csökkent a balesetben érintettek száma**, különös tekintettel a súlyos sérültekre.

A szakaszsebesség-ellenőrzés közlekedésbiztonsági hatásait a teljes magyar autópályahálózaton szeretném vizsgálni, az olaszországi bevezetés tapasztalatainak felhasználásával. A 3/3. táblázat az Olaszországban a szakaszsebesség-ellenőrzés bevezetését követő első évben tapasztalt baleseti kockázat javulást, valamint a 2008. évi magyarországi adatokat tartalmazza. A várható magyarországi értékeket a 2008. évi magyar adatok és az Olaszországban tapasztalt változás szorzata adja meg.

3/3. A szakaszsebesség-ellenőrzés várható közlekedésbiztonsági hatása az olaszországi tapasztalatok alapján

	Olaszország			Magyarország	
	Bevezetés előtt	Bevezetést követő első évben	Változás	2008. évi adatok	Várható értékek a bevezetést követő első évben
Halálozási arány	0,84	0,41	-50,9%	1,2	0,59
Sérültek aránya	23,60	17,28	-26,8%	16,7	12,22
Baleseti arány	50,04	40,47	-19,1%	-	-

A fentiek tanúsága szerint a magyar autópályákon a halálozási arány 0,6 alá, a sérültek aránya pedig 12,22-re csökkenhetne, mely európai összehasonlításban is jó adatnak számítana.

Ez a módszer egy durva közelítésre jó csupán, mivel a balesetszám az átlagsebességen kívül a forgalom homogenitásától és nagyságától, az út kialakításától, a vezetési stílustól stb. függ. A számítás során az előbb felsorolt körülményeket – a valóságtól eltérően – az olaszországihoz hasonlóan feltételeztem.

A pontosabb hatásbecslés érdekében egy kifinomultabb számítási modellt választottam, melyet a következő fejezetben mutatok be.

3.3. Közlekedésbiztonsági hatás számítása sebességcsökkenésen alapuló modell segítségével (Nilsson, 2004)

A balesetek ritka és véletlenszerű események, melyeket a tapasztalataink szerint a Poisson-eloszlással vagy annak valamilyen alkalmazásával lehet a legjobban jellemezni. Ha egy adott úthálózaton, adott időszakban a várható balesetszám λ , akkor m baleset bekövetkezésének a valószínűsége (3/4.):

$$P(x = m) = \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!}$$

3/4.

Az időegység alatt várhatóan bekövetkező balesetek számát (pl. λ) nevezhetjük kockázatnak. A kockázati tényezők nem csak a baleseti kockázatot befolyásolják, hanem a kimenetelt is. A baleseti szituációk számát vagy a forgalom nagyságát baleseti kitettségnek is nevezzük. A

kockázat becsléséhez szükség van a kitettségi adatokra. A kockázatot a balesetszám vagy az áldozatszám és a kitettség hányadosaként is szokás deffiniálni. (Nilsson, 2004)

A hatványmodell, mely a sebességváltozás és a biztonság között igazoltan fennálló összefüggésen alapul, nem egy újfajta modelltípus. Több országban már évek óta alkalmaznak ilyen számítási modelleket a különböző intézkedések balesetszámra gyakorolt hatásainak elemzéséhez.

Már régen megfigyelték, hogy a sebesség összefüggésben áll a balesetek kimenetelével. Nilsson eljárást dolgozott ki a sebességváltozás hatására hálózati szinten (makró) bekövetkező balesetszám és azok kimenetelének változására. A kitettség (exposure) hatását nem kezeli a modellen belül, így azt külön kell figyelembe venni. A modell a sebességváltozás hatására várható sérüléssel balesetek számának változását adja meg egy előre meghatározott időszak alatt egy adott utszakazon. A számítás elvégzéséhez szükséges a gépjárművek adott időszak alatt várható átlagsebesség-változásának minél pontosabb becslése. Az adatok alapján a modell képes megbecsülni a következőket:

- a sebesség-változás következtében a sérüléssel és halálos balesetek számában (alulbecsüli a modellt), valamint a sérült és elhunyt személyek számában bekövetkező változást,
- a lehetséges intézkedések becsült átlagsebesség változtató hatása következtében, azok balesetszámra és kimenetelre gyakorolt hatását írja le.

A modell szerint a sebességváltozásra vonatkozó adatok forrása a több mérőhelyen gyűjtött adatok alapján meghatározott középsebesség, átlagsebesség. **Mivel relatív sebességváltozást használ a modell, ezért a számítás többé-kevésbé független attól, hogy milyen átlagsebesség-értékkel számolunk.** Ugyanakkor fontos, hogy pontos sebességmérés szolgálja a tanulmányozott biztonsági problémát és hogy a sebességszint reprezentatív (az egész hálózatot jellemző) legyen.

A modell összefoglalva:

A baleseti helyzet változása, ha a középsebesség v_0 -ról v_1 -re változik

Balesetek (y)

Halálos baleset

$$y_1 = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^4 y_0$$

Halálos balesetek és súlyos sérüléssel balesetek

$$y_1 = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^3 y_0$$

Összes sérüléssel baleset

Sérültek (z)

Elhunytak

$$z_1 = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^4 y_0 + \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^8 (z_0 - y_0)$$

Elhunytak és súlyos sérültek

$$z_1 = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^3 y_0 + \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^6 (z_0 - y_0)$$

Összes sérüléssel baleset (elhunytakkal együtt)

$$y_1 = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^2 y_0$$

$$z_1 = \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^2 y_0 + \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^4 (z_0 - y_0)$$

A hatványmodell választásának öt legfőbb érve:

1. Könnyű a modell alkalmazása és **szimmetrikus**, hiszen sebesség **növekedés és csökkenés esetén egyaránt alkalmazható**.
2. **A modell elkülöníti a baleset kimenetelét** és külön-külön megbecsüli a sebességváltozás hatását.
3. A modell **bármely környezetben alkalmazható**, ahol fellelhető átlagsebességre vonatkozó mérési és megbízható baleseti adatok.
4. A modell **figyelembe veszi a baleseti adatok közlésének formáját**.
5. A modell **nem függ az alkalmazott intézkedés típusától**, mivel relatív sebességváltozáson alapul. (Nilsson, 2004)

A számítás menete 3/5. nyomán:

Balesetek száma

1. lépés: Összes sérüléssel járó baleset (v_1 sebességnél) = Összes sérüléssel járó baleset v_0 $\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^2$

$$12. \text{ sor, 2. oszlop: } 456 * \left(\frac{104}{114}\right)^2 = 379,5 \text{ db}$$

2. lépés: Halálos kimenetelű balesetek (v_1 sebességnél) = Halálos balesetek száma v_0 $\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^4$

$$10. \text{ sor, 2. oszlop: } 34 * \left(\frac{104}{114}\right)^4 = 23,6 \text{ db}$$

3. lépés: Súlyos sérüléssel járó balesetek száma (v_1 sebességnél) = Halálos és súlyos sérüléssel járó balesetek v_0 $\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^3$ – halálos kimenetelű balesetek (v_1 sebességnél)

$$11. \text{ sor, 2. oszlop: } 171 * \left(\frac{104}{114}\right)^3 = 129,8 \text{ db}$$

$$19. \text{ sor, 1. oszlop: } 129,8 - 23,6 = 106,2 \text{ db}$$

4. lépés: Könnyű sérüléssel járó balesetek száma (v_1 sebességnél) = személyi sérüléssel járó balesetek száma (v_1) – Halálos balesetek száma (v_1) – Súlyos sérüléssel járó balesetek száma (v_1)

$$20. \text{ sor, 1. oszlop: } 379,5 - 129,8 = 249,7 \text{ db}$$

A számítás folytatása a kimenetek becslésével:

1. lépés: Összes sérült (v_1) = Összes sérüléssel járó baleset v_0 $\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^2$ + (Összes sérült (v_0) – Összes sérüléssel járó baleset (v_0)) $\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^4$

$$16. \text{ sor, 2. oszlop: } 456 * \left(\frac{104}{114}\right)^2 + (734 - 456) * \left(\frac{104}{114}\right)^4 = 572,1 \text{ fő}$$

2. lépés: Elhunytak száma (v_1) = Halálos balesetek száma $v_0 \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^4 +$ (Elhunytak száma (v_0) – Halálos balesetek (v_0)) $\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^8$

$$14. \text{ sor, 2. oszlop: } 34 * \left(\frac{104}{114}\right)^4 + (41 - 34) * \left(\frac{104}{114}\right)^8 = 26,9 \text{ fő}$$

3. lépés: Súlyos sérültek száma (v_1) = Halálos és súlyos sérüléssel balesetek száma $v_0 \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^3 +$ (Súlyos sérültek száma (v_0) – Súlyos sérüléssel balesetek száma $v_0 \left(\frac{v_1}{v_0}\right)^6 -$ Elhunytak száma (v_1)

$$15. \text{ sor, 2. oszlop: } 171 * \left(\frac{104}{114}\right)^3 + (235 - 171) * \left(\frac{104}{114}\right)^6 = 166,7 \text{ fő}$$

$$21. \text{ sor, 3. oszlop: } 166,7 - 26,9 = 139,8 \text{ db}$$

4. lépés: Könnyű sérültek száma (v_1) = Összes sérült (v_1) – Elhunytak száma (v_1) – Súlyos sérültek száma (v_1)

$$21. \text{ sor, 4. oszlop: } 572,1 - 166,7 = 405,3 \text{ db}$$

A fenti egyenletek alapján felírható:

Halálos balesetek számának változása (v_1) = Halálos balesetek száma (v_0) $\left[\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^4 - 1\right]$

$$10. \text{ sor, 3. oszlop: } 34 * \left(\left(\frac{104}{114}\right)^4 - 1\right) = -10,4 \text{ fő}$$

A halálos és súlyos sérüléssel balesetek számának változása (v_1) = Halálos és súlyos sérüléssel balesetek száma (v_0) $\left[\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^3 - 1\right]$

$$11. \text{ sor, 3. oszlop: } 171 * \left(\left(\frac{104}{114}\right)^3 - 1\right) = -41,2 \text{ fő}$$

Összes sérüléssel baleset számának változása (v_1) = Sérüléssel balesetek számának változása (v_0) $\left[\left(\frac{v_1}{v_0}\right)^2 - 1\right]$

$$12. \text{ sor, 3. oszlop: } 456 * \left(\left(\frac{104}{114}\right)^2 - 1\right) = -76,5 \text{ fő}$$

3/5. A szakaszsebesség-ellenőrzés várható közlekedésbiztonsági hatása a Nilsson-modell alapján

		1	2	3	4
	Adatok: 2008. év	Balesetek száma	Elhunytak száma	Súlyos sérültek száma	Könnyű sérültek szám
1	Halálos kimenetelű balesetek	34	*	*	*
2	Súlyos sérüléssel balesetek	137	-	*	*
3	Könnyű sérüléssel balesetek	285	-	-	*
4			41	194	499
5	Számítások	Sebesség	Változás		
6	Sebesség [v₀]	114	Halálozás	Sérültek	
7	Sebesség [v₁]	104	-34,4 %	-21,3 %	
8	v ₁ /v ₀	0,912281			
9		Bemenő adatok v ₀	Modell v ₁	Változás	Százalék
10	Halálos kimenetelű balesetek	34	23,6	-10,4	-30,7%
11	Halálos kimenetelű és súlyos sérüléssel balesetek	171	129,8	-41,2	-24,1%
12	Összes baleset	456	379,5	-76,5	-16,8%
13					
14	Elhunytak	41	26,9	-14,1	-34,4%
15	Elhunytak és súlyos sérültek	235	166,7	-68,3	-29,1%
16	Összes sérült (elhunytakkal együtt)	734	572,1	-161,9	-22,1%
17	Eredmények	Balesetek száma	Elhunytak száma	Súlyos sérültek száma	Könnyű sérültek szám
18	Halálos kimenetelű balesetek	23,6			
19	Súlyos sérüléssel balesetek	106,3			
20	Könnyű sérüléssel balesetek	249,7			
21			26,9	139,8	405,3

* a számítás szempontjából irreleváns, - nincs értelme

Amennyiben a szakaszsebesség-ellenőrzés hatására 10 km/h átlagsebesség csökkenés következik be a magyar autópályahálózaton, akkor a számítás szerint várhatóan a halálozás 34 %-kal, a sérültek száma 21 %-kal csökken. Ha az olaszországi bevezetéshez hasonló mértékben, mintegy 20 km/h-val csökkenne az átlagsebesség az autópályákon, akkor a halálozás 58 %-kal, a sérülések majdnem 40 %-kal csökkennének (1-2. sz. melléklet). A számításból kapott eredmények összhangban vannak a nyugat-európai összehasonlításon alapuló eredményekkel.

4. A bevezetés költségeinek és hasznainak számbavétele

Egyelőre csak kis számú szakirodalom foglalkozik a szakaszsebesség-ellenőrzés költség-haszon elemzésével. Ausztriában készült egy mintaértékű költség-haszon elemzés a bécsi Kaisermühlen alagútban történt bevezetéséről. Az osztrák Közlekedésbiztonsági Kuratórium (Kuratorium für Verkehrssicherheit) tanulmánya szerint az ottani bevezetés költség/haszon aránya 5,3 (Stefan, 2006) volt. Ez kimagasló értéknek számít, hiszen az európai ROSEBUD projekt értékelése alapján (Analyses of Safety Measures – Work Package 1), ha a költség/haszon arány 3-nál nagyobb, akkor a beruházás kiválónak tekinthető.

Tudomásom szerint Magyarországon eddig nem végeztek szakaszsebesség mérésre vonatkozó elemzést. Ennek elkészítéséhez segítséget nyújthat a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség (NFÜ) által 2007 márciusában kiadott módszertani útmutató, mely a közúti projektek költség-haszon elemzésére használható. **Dolgozatomban csupán vázolni szeretném a költség-haszon elemzés elkészítésének menetét, és kizárólag a baleseti költségeket kívánom számszerűsíteni.**

4.1. Költségek számbavétele

A beruházási költség a felügyeleti rendszer telepítési és beüzemelési költségeiből tevődik össze. Tartalmaznia kell a kamerákat, a portálokat (kapukat), melyekre a kamerák felerősíthetők, energia ellátó és adatkábeleket, az út-üzemeltetőnél kialakítandó vezérlőterem és szerverek költségeit. Ez egy három kilométeres szakasz esetén 1,2 M € (324 M Ft) volt Ausztriában 2002-ben. A működési költség az üzemeltetési és karbantartási költségekből adódik össze. Ausztriában a tervszerű karbantartás és teljeskörű szervizgarancia éves költsége 60.000 € (16,2 M Ft). (Stefan, 2006) Kiszámolták a rendszer évesített összes költségét, mely 207.949 € -ra (56,1 M Ft) adódott.

Magyarországon az autópálya matrica (díjfizetést) ellenőrző rendszer révén már működik korszerű felügyeleti rendszer, mely jelentős beruházás nélkül alkalmas a szakaszsebesség-ellenőrzésre. Tekintettel arra, hogy a meglévő ellenőrző kapuk helyválasztását az autópályahasználati díjfizetés ellenőrzése határozta meg, szükség lehet az ellenőrző kapuk sűrítésére (pl. lehajtóknál). A fajlagos beruházási költség így is csupán töredéke lenne az ausztriai Kaisermühleni alagút beruházási költségeinek. A működési költségek is fajlagosan alacsonyabbak lennének, hiszen egy már működő rendszert kellene egy újabb feladatra alkalmazni.

4.2. Hasznok számbavétele (NFÜ, 2007)

Egy közlekedési projekt hasznainak számbavételekor legalább kétféle hatást kell figyelembe venni:

1. **közvetlenül a projekt használóinál**, az adott szolgáltatást igénybe vevőnél **jelentkező hasznok** (utazási idő megtakarítás, baleseti kockázat csökkenése, jármű üzemköltség megtakarítás),
2. **külső (externális) gazdasági hatások**, melyek nem közvetlenül a projekt kedvezményezettjénél, használóinál jelentkeznek és közvetlen pénzügyi ellentételezés nem kíséri őket (környezeti hatás változása: zajterhelés, légszennyezés, éghajlatváltozás).

4.2.1. Utazási idő megtakarítás

Forgalmi modell alapján kell meghatározni. A szakaszsebesség-ellenőrzés alkalmazásával számított utazási időkből kell kivonni a projekt nélküli eset utazási időit.

Ezt követően számszerűen rendelkezésünkre álló utazási idő megtakarítás (vagy növekedés) pénzben történő kifejezése következik. A fajlagos utazási időértékek nagyságrendjét jól érzékelteti 4/1. táblázat. Az ebben szereplő értékeket az NFÜ által kiadott módszertani útmutató a HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) tanulmány adataira alapozva adja meg.

4/1. Az utazási idő fajlagos értéke 2008-ban

Járműkategória	Országos közút [Ft/járműóra]
Személygépkocsi	3 258
Könnyű jármű	3 634
Áruszállító jármű	6 781
Nehéz jármű	10 662
Autóbusz	33 261

Tekintettel arra, hogy **a szakaszsebesség-ellenőrzés bevezetésének éppen az a célja, hogy az átlagsebesség csökkenjen, várhatóan az utazási időben nem megtakarítás, hanem növekedés várható. Ezt a költségnövekedést a baleseti kockázat várható javulása és a**

kisebb sebességből következő jármű üzemeltetés megtakarítás ellensúlyozhatja.

Természetesen ennek számszerűsítése mindenképpen kívánatos lenne.

4.2.2. Baleseti kockázat változása

A balesetek következményeit három csoportra oszthatjuk:

1. A sérült, illetve elhunyt kieső jövőbeni produktuma (sérülés esetén átmenetileg, halál esetén végleg).
2. A baleset közvetlen költségei (anyagi kár a járművekben, berendezésekben, orvosi ellátás, rendőrségi eljárás költsége, stb.)
3. A baleset következtében keletkező fájdalom, szenvedés, azonban ezen költségek szubjektív jellegűek, gazdaságilag nehezen értelmezhetők.

A fent említett három tényező közül az első és az utolsó pontban említettek számszerűsítése okoz nehézséget. A kieső jövőbeni produktum azzal a jövedelemmel érzékeltethető, amelyet a balesetet szenvedett várhatóan megkeresett volna. Más megközelítés szerint ebből le kell vonni az illető várható fogyasztását, és csak a többlettel kell számolni, amely így azt fejezi ki, mennyivel járult volna hozzá a társadalom fejlődéséhez. Ennek hátránya, hogy az idősebbeket, illetve az inaktívakat értéktelennek tekinti. (Koren et al., 2007)

Az NFÜ által kiadott módszertani útmutató a 4/2. táblázatban olvasható fajlagos baleseti költségeket állapította meg.

4/2. A fajlagos baleseti költségek 2008-as árszintre átszámítva (NFÜ, 2007)

Baleseti sérülés, károsodás jellege	Fajlagos baleseti érték, 2008
Halálozás	284,60 millió Ft/áldozat
Súlyos sérülés	19,75 millió Ft/sérült
Könnyű sérülés	1,42 millió Ft/sérült
Csak anyagi károsodás	0,65 millió Ft/baleset

Az összköltség megállapításához a feltételezett sérültek számát össze kell szorozni azok társadalmi költségével (a fajlagos baleseti értékkel). (4/3.)

4/3. A fajlagos baleseti költségek 2008-as árszintre átszámítva (NFÜ, 2007)

Baleseti sérülés, károsodás jellege	Tényadatok			Modelladatok	
	Áldozatok [fő] 2008.	Egy baleset költsége [mFt]	Összköltsége [mFt]	Feltételezett áldozatok [fő]	Összköltsége [mFt]
Halálos kimenetelű baleset	41	284,60	11.668	27	7.684
Súlyos személyi sérüléssel járó baleset	194	19,75	3.832	140	2.765
Könnyű személyi sérüléssel járó baleset	499	1,42	709	405	575
Mindösszesen:			16.209		11.024

A fenti számítás szerint, amennyiben a magyar autópályákon 10 km/h átlagsebesség csökkenés következik be, akkor csupán a közlekedésbiztonsági hatással számolva 5,2 milliárd forint társadalmi költségcsökkenést (hasznot) eredményez. Az 5,2 milliárd forintos költségcsökkenés a 2008-as tényadatokhoz tartozó 16,2 milliárd forint és a modellszámításra alapozott feltételes áldozatszámhoz tartozó 11,0 milliárd forint különbségeként adódik.

4.2.3. Jármű üzemköltség változás

A jármű üzemköltségnek két fő összetevője van. A forgalmi körülményektől és a sebességtől függő változó, melyre a szakaszsebesség-ellenőrzés az átlagsebesség-csökkentő hatása következtében hat. A másik összetevő a járművek állandó költségei, melyek érzéketlenek mindenfajta forgalmi beavatkozásra.

A jármű-üzemköltségek értékét két járműkategória-csoportra az alábbi összefüggés alapján kell számítani (2006. évi értékek):

$$C = a + b \cdot v + c \cdot v^2 + a_1 + b_1/v \quad , \quad \text{ha } v \geq 5 \text{ km/h}$$

ahol a C két összetevője, az üzemanyagköltség: $C_1 = a + b \cdot v + c \cdot v^2$, és az egyéb üzemköltség:

$$C_2 = a_1 + b_1/v \quad [\text{Ft/jkm}]$$

ahol v: az átlagsebesség [km/óra] (input adat) , a, b, c, a₁, b₁ költség tényező paramétereket jelölnek.

A képletek alapján kijelenthető, hogy a sebességnek kitüntetett szerepe van az összeg nagyságának tekintetében. Több tanulmány is kimutatta a gyorsajtás költség-növelő hatását. Általánosan elfogadott, hogy 70-90 km/h sebesség esetén a legalacsonyabb a járművek fajlagos fogyasztása és károsanyag kibocsátása. Így a szakaszsebesség-ellenőrzés

következtében várható sebességcsökkenés jármű üzemeltetési költség megtakarítást eredményez.

4.2.4. Környezeti hatások változása

A környezeti hatások változása részletes zaj- és légszennyezés változás becslésével adható meg.

4.2.4.1. Zajterhelés változás becslése

A zajterhelés meghatározását a „Közúti közlekedési zaj számítása” c. Útügyi Műszaki Előírás (ÚT 2-1.302:2003) valamint a 25/2004. (XII. 20.) KvVM rendeletben meghatározott módszertanokkal összhangban kell készíteni. A pénzben történő kifejezéshez a zaj-lakos egyenértékre és a zajterhelés fajlagos költségére van szükség.

A zajterhelés költségeit az alábbi képlet alapján adhatjuk meg:

$$P_z = FP_z * (ZLE_n + ZLE_É) \text{ [Ft/év]}$$

ahol:

P_z , költségek a zajterhelés miatt a vizsgált hálózaton FP_z Figyelembe vett fajlagos költség [Ft/fő/év]. Értéke 2006-ban 8000 Ft/fő/év volt.

$ZLNE_{N/É}$ zaj-lakos egyenérték (nappal és éjjel)

A számítás eredményeként minden szakaszra a zajterhelés költségét kapjuk meg.

4.2.4.2. Légszennyezés változás becslése

Az egyes gépjárművek kibocsátása bizonyos egyszerűsítési feltételekkel a megtett út hosszával arányos. A kibocsátott légszennyező anyagok összes mennyisége tehát becsülhető. Ez a közelítő eljárás a levegőszennyezési és klímaváltozási hatásokat együttesen kezeli. (NFÜ, 2007)

A számítás elvégzéséhez a forgalmi modell alapján számolható forgalom nagyság (j/nap), az átlagsebesség (km/h) járműkategóriánként, szakaszok és fajlagos emissziós tényezők szükségesek. A számítást az éves utazási teljesítmény (jkm/év) és a sebességhez tartozó, fajlagos emisszió érték szorzata adja az adott szakasz éves emisszióját. Az egyes szakaszokra kiszámolt értékek összegzésével származtatható a teljes hálózatra érvényes károsanyag terhelés.

A kibocsátások becslésével meghatározott károsanyag mennyiség és a fajlagos externális költségek szorzataként adható meg az adott projektváltozat levegőszennyezésének externális költsége.

4/4. Légszennyezés fajlagos externális költségei [€/t] a HEATCO tanulmány alapján

Üzem mód km/h	Személygépkocsik					Nehéz tehergépkocsik				
	fajlagos emissziós tényezői a 2010. évre vonatkozóan (g/km)									
	Szén-monoxid CO	Szén-hidrogének CH(FID)	Nitrogén-oxidok NO _x	Részecske Pm (korom)	Szén-dioxid CO ₂	Szén-monoxid CO	Szén-hidrogének CH(FID)	Nitrogén-oxidok NO _x	Részecske Pm (korom)	Szén-dioxid CO ₂
	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h	g/h
0	73.7	14.8	0.941	0.431	2.13	57.6	4.1	16.7	0.577	3.55
5	13.90	0.995	0.422	0.0714	310.8	12.20	1.560	4.27	0.396	1326.3
10	11.00	0.900	0.416	0.0597	262.7	10.20	0.611	3.84	0.321	1040.0
20	7.12	0.714	0.394	0.0439	203.0	7.46	0.423	3.13	0.250	808.7
30	5.33	1.590	0.405	0.0351	171.7	5.86	0.285	2.83	0.221	716.5
40	3.97	0.435	0.411	0.0292	154.9	4.96	0.209	2.76	0.206	658.3
50	3.14	0.418	0.427	0.0255	148.0	4.18	0.166	2.73	0.195	635.6
60	2.37	0.416	0.486	0.0247	147.4	3.70	0.140	2.86	0.194	633.1
70	1.72	0.392	0.556	0.0249	151.0	3.18	0.125	3.13	0.191	660.2
80	1.52	0.379	0.623	0.0263	156.5	2.78	0.124	3.55	0.201	719.4
90	1.76	0.418	0.668	0.0286	165.6	3.17	0.126	4.13	0.227	822.6
100	2.07	0.433	0.724	0.0316	178.4	3.96	0.131	5.06	0.256	990.4
110	2.72	0.442	0.782	0.0345	194.3					

A 4/4. táblázat alapján megállapítható, hogy a személygépkocsik 70-80 km/ sebesség esetén bocsátják ki fajlagosan legkevesebb káros anyagot (legkisebb a kibocsátásuk fajlagos externális költsége). De **jelentős társadalmi haszon érhető el akkor is, ha a járművek sebessége 10 km/h-val csökken.** Például a személygépkocsik esetében **ha a sebesség 110 km/h-ról 100 km/h-ra csökken, akkor a szénmonoxid kibocsátás fajlagos externális költsége mintegy 25 %-kal csökken.**

4.2.5. Összesítés

A fentiek szerint kiszámolt haszonelemeket a 4/5. táblázat szerint kell rendszerezni és összegezni.

4/5. Haszonelemek összegzése

	1. év	2. év	...	n. év
Utazási időmegtakarítás				
Baleseti kockázat változása				
Jármű üzemköltség				
Környezeti hatás változása				
Ebből: Zajterhelés				
Ebből: Légszennyezettség				
Ebből: Éghajlatváltozás				
Szabálysértésekből (gyorshajtás) származó bevételek				
Összes haszon				

Majd a költség haszon arány a becsült hasznok és a becsült költségek hányadosaként adódik (4/6).

$$\text{Költség-haszon arány (CBR)} = \frac{\text{Hasznok jelenértéke}}{\text{Beruházási költségek jelenértéke}}$$

4/6.

5. Összefoglalás

A nyugat-európai tapasztalatok alapján kijelenthető, hogy a szakaszsebesség-ellenőrzés hatékony közlekedésbiztonsági eszköz. Ezt jól bizonyítja az is, hogy a rendszer telepítését követően **átlagosan 15%-os átlagsebesség csökkenés** következett be a vizsgált útszakaszokon és a járművek sebessége mindig a sebességhatárig vagy az alá csökkent (Soole, 2009). **A sebességcsökkenés hatására jelentősen (30-82%-kal) csökkent a balesetben érintettek száma**, különös tekintettel a súlyos sérültek és az elhunytak számára.

A magyar autópályahálózaton a járműforgalom évről-évre átlagosan 6-8 %-kal nő, mely részben az új szakaszok átadásának, részben a járműszám növekedésből adódik. **2004-ben a gyorsajtás vezető halálok volt a magyar autópályákon, majd a riasztó baleseti adatok nyomán bevezetett szigorító intézkedések hatására 2008-ra a halálos balesetek száma és részaránya jelentősen lecsökkent (24 %-ról 6 %-ra), de még így is a 11 legjelentősebb baleseti ok között szerepel. (Koren et. al., 2009, ÁAK, 2009)**

Göran Nilsson sebességváltozáson alapuló modelljét felhasználva kiszámítottam, hogy **10 km/h átlagsebesség csökkenés** esetén a magyar autópályahálózaton várhatóan **a halálozás 34 %-kal, a sérültek száma 21 %-kal csökken.**

Kiszámoltam, hogy a 10 km/h átlagsebesség csökkenés **csupán a baleseti kockázat csökkenése által 5,2 milliárd forint társadalmi költségcsökkenést (hasznot) eredményez.** Az autópályákon jelenleg működő felügyeleti rendszer jelentősebb beruházási költség nélkül alkalmas a szakaszsebesség-ellenőrzésre. Természetesen vizsgálatom nem tér ki az ellenőrző kapuk elhelyezkedésére, de vélhetően szükség lehet a kapuk sűrítésére.

Magyarországon 2008. január 1-től hatályos az objektív felelősség intézménye és a felmérések szerint hazánkban a kamerás sebességellenőrzés társadalmi elfogadottsága az európai átlagot meghaladja. **Így a szakaszsebesség-ellenőrzéshez kapcsolódó adatkezelés szabályainak tisztázása után bevezethető lenne ez az újfajta mérési eljárás.**

Dolgozatommal igyekeztem rámutatni arra, hogy Magyarországon is rendelkezésre állnak eszközök és erőforrások a szakaszsebesség-ellenőrzés bevezetésére. Remélem, a döntéshozók is hamarosan felismerik a szakaszsebesség-ellenőrzésben rejlő balesetmegelőzési (és így társadalmi költség megtakarítási) lehetőségeket és a járművezetők minél előbb élvezhetik a biztonságosabbá váló autópályákat.

6. Hivatkozáslista

AUTOSTRADDE PER L'ITALIA (2009): Controllo della Velocità, "Tutor": controllo della velocità media, Autostrade per l'Italia, 2009. 10. 10.

Internet: <http://www.autostrade.it/assistenza-al-traffico/tutor.html>

ÁAK (2009): Állami Autópálya Kezelő Zrt.: Kevesebb baleset az autópályákon, 2009. 08. 31.

FAIR PROJEKT (2006): GI: EU Project 'FAIR', Balesetmegelőzés, az ORFK-Országos Balesetmegelőzési Bizottság honlapja, 2009. 04. 07.

Internet: <http://www.baleset-megelozes.eu/cikk.php?id=206>

JOGI FÓRUM (2009): Alkotmányos az objektív felelősség intézménye - Két rendelkezés kivételével, 2009. 05. 27.

Internet: <http://www.jogiforum.hu/hirek/20769>

KOREN, ET AL. (2007): Dr. Koren Csaba, Prileszky István, Horváth Balázs, Tóth-Szabó Zsuzsanna: Közlekedéstervezés, Universitas-Győr Nonprofit Kft., ISBN: 978-963-9819-07-8, 2007 (112-119. o.).

KOREN, ET AL. (2009): Dr. Koren Csaba, Dr. Makó Emese, Borsos Attila, Dr. Gulyás András, Körmendi István, Simon Attila, Espár Zsolt: Forgalmi biztonság tanulmány az Állami Autópályakezelő Zrt. kezelésében lévő gyorsforgalmi utakról, Universitas-Győr Nonprofit Kft., 2009. szeptember

NILSSON G. (2004): Traffic Safety Dimension and the Power Modell to Describe the Effect of Speed on Safety, Lund Institute of Technology and Society Traffic Engineering, 121. old., 2004.

NFÜ (2007): Nemzeti Fejlesztési Ügynökség: Módszertani útmutató közúti projektek költség-hason elemzéséhez, COWI Magyarország, 2007. március

SARTE (2004): European Drivers and Road Risk SARTRE 3 reports Rainer Christ (KfV, Austria) Allan Quimby (TRL, United Kingdom), Chapter 9 New technologies and advanced systems, June, 2004

SOOLE, ET AL., (2009): Point-to-point speed enforcement: a review of the literature, Centre of Accident Research and Road Safety – Queensland

SPEED FACT SHEET (2009): Section Control: towards a more efficient and better accepted enforcement of speed limits?, ETSC (European Transport Safety Council), Brussels, 5. lap, 2009. szeptember

STEFAN (2006): Christian Stefan, Austrian Road Safety Board (KfV) Section Control – Automatic Speed Enforcement in the Kaisermühlen Tunnel (Vienna, A22 Motorway) February, 2006

SUPREME, (2007): Thematic report: enforcement.

Internet:

http://ec.europa.eu/transport/roadsafety_library/publications/supreme_f6_thematic_report_enforcement.pdf

7. Ábrajegyzék

2/1. Átlagsebesség számításának képlete	3. old.
2/2. Szakaszsebesség-ellenőrzés elvi sémája.....	3. old.
2/3. Baleseti adatok változása a TUTOR rendszer bevezetését követően.....	5. old.
2/4. Átlagsebesség változás a Kaisermühlen alagútban	5. old.
2/5. Az átlagsebesség-változás közlekedésbiztonsági hatása	6. old.
2/6. Járművezetők, akik „nagyon” támogatják a sebességmérő kamerarendszerek alkalmazását	8. old.
2/7. A szakaszsebesség-ellenőrzés SWOT analízise	9. old.
3/1. 10^9 jmkm-re jutó halálos balesetek száma az ÁAK által kezelt autópályákon.....	11. old.
3/2. Balesetek száma a gyorsforgalmi úthálózatán.....	12. old.
3/3. A szakaszsebesség-ellenőrzés várható közlekedésbiztonsági hatása az olaszországi tapasztalatok alapján.....	13. old.
3/4. Poisson-eloszlás képlete	14. old.
3/5. A szakaszsebesség-ellenőrzés várható közlekedésbiztonsági hatása a Nilsson-modell alapján.....	17. old.
4/1. Az utazási idő fajlagos értéke 2008-ban.....	19. old.
4/2. A fajlagos baleseti költségek 2008-as árszintre átszámítva (NFÜ, 2007).....	20. old.
4/3. A fajlagos baleseti költségek 2008-as árszintre átszámítva (NFÜ, 2007).....	21. old.
4/4. 4/4. Légszennyezés fajlagos externális költségei [€/t]a HEATCO tanulmány alapján.....	23. old.
4/5. Haszonelemek összegzése	23. old.
4/6. Költség-haszon arány (CBR) képlete	23. old.

9. Mellékletek

1. sz. melléklet

1 km/h átlagebesség csökkenés Nilsson modellel számított közlekedésbiztonsági hatása.

Adatok: 2008. év	Balesetek száma	Elhunytak száma	Súlyos sérültek száma	Könnyű sérültek szám
Halálos kimenetelű balesetek	34	*	*	*
Súlyos sérüléssel balesetek	137	-	*	*
Könnyű sérüléssel balesetek	285	-	-	*
		41	194	499
Számítások	Sebesség	Változás		
Sebesség [v_0]	114	Halálozás	Sérültek	
Sebesség [v_1]	113	-4,0 %	-2,3 %	
v_1/v_0	0,991228			
	Bemenő adatok v_0	Modell v_1	Változás	Százalék
Halálos kimenetelű balesetek	34	32,8	-1,2	-3,5%
Halálos kimenetelű és súlyos sérüléssel balesetek	171	166,5	-4,5	-2,6%
Összes baleset	456	448,0	-8,0	-1,7%
Elhunytak	41	39,3	-1,7	-4,0%
Elhunytak és súlyos sérültek	235	227,2	-7,8	-3,3%
Összes sérült (elhunytakkal együtt)	734	716,4	-17,6	-2,4%
Eredmények	Balesetek száma	Elhunytak száma	Súlyos sérültek száma	Könnyű sérültek szám
Halálos kimenetelű balesetek	32,8			
Súlyos sérüléssel balesetek	133,7			
Könnyű sérüléssel balesetek	281,5			
		39,3	187,9	489,2

2. sz. melléklet

20 km/h átlagsebesség csökkenés Nilsson modellel számított közlekedésbiztonsági hatása.

Adatok: 2008. év	Balesetek száma	Elhunytak száma	Súlyos sérültek száma	Könnyű sérültek szám
Halálos kimenetelű balesetek	34	*	*	*
Súlyos sérüléssel balesetek	137	-	*	*
Könnyű sérüléssel balesetek	285	-	-	*
		41	194	499
Számítások	Sebesség	Változás		
Sebesség [v₀]	114	Halálozás	Sérültek	
Sebesség [v₁]	94	-58,0 %	-39,2 %	
v ₁ /v ₀	0,824561			
	Bemenő adatok v ₀	Modell v ₁	Változás	Százalék
Halálos kimenetelű balesetek	34	15,7	-18,3	-53,8%
Halálos kimenetelű és súlyos sérüléssel balesetek	171	95,9	-75,1	-43,9%
Összes baleset	456	310,0	-146,0	-32,0%
Elhunytak	41	17,2	-23,8	-58,0%
Elhunytak és súlyos sérültek	235	116,0	-119,0	-50,6%
Összes sérült (elhunytakkal együtt)	734	438,5	-295,5	-40,3%
Eredmények	Balesetek száma	Elhunytak száma	Súlyos sérültek száma	Könnyű sérültek szám
Halálos kimenetelű balesetek	15,7			
Súlyos sérüléssel balesetek	80,1			
Könnyű sérüléssel balesetek	214,2			
		17,2	98,8	322,6