

BSc. - KÖZLEKEDÉSTERVEZÉS I.

Utak tervezése, építése és fenntartása

7. előadás: Közúti balesetek

Dr. Lindenbach Ágnes, egyetemi tanár
PTE MIK

A közúti balesetek

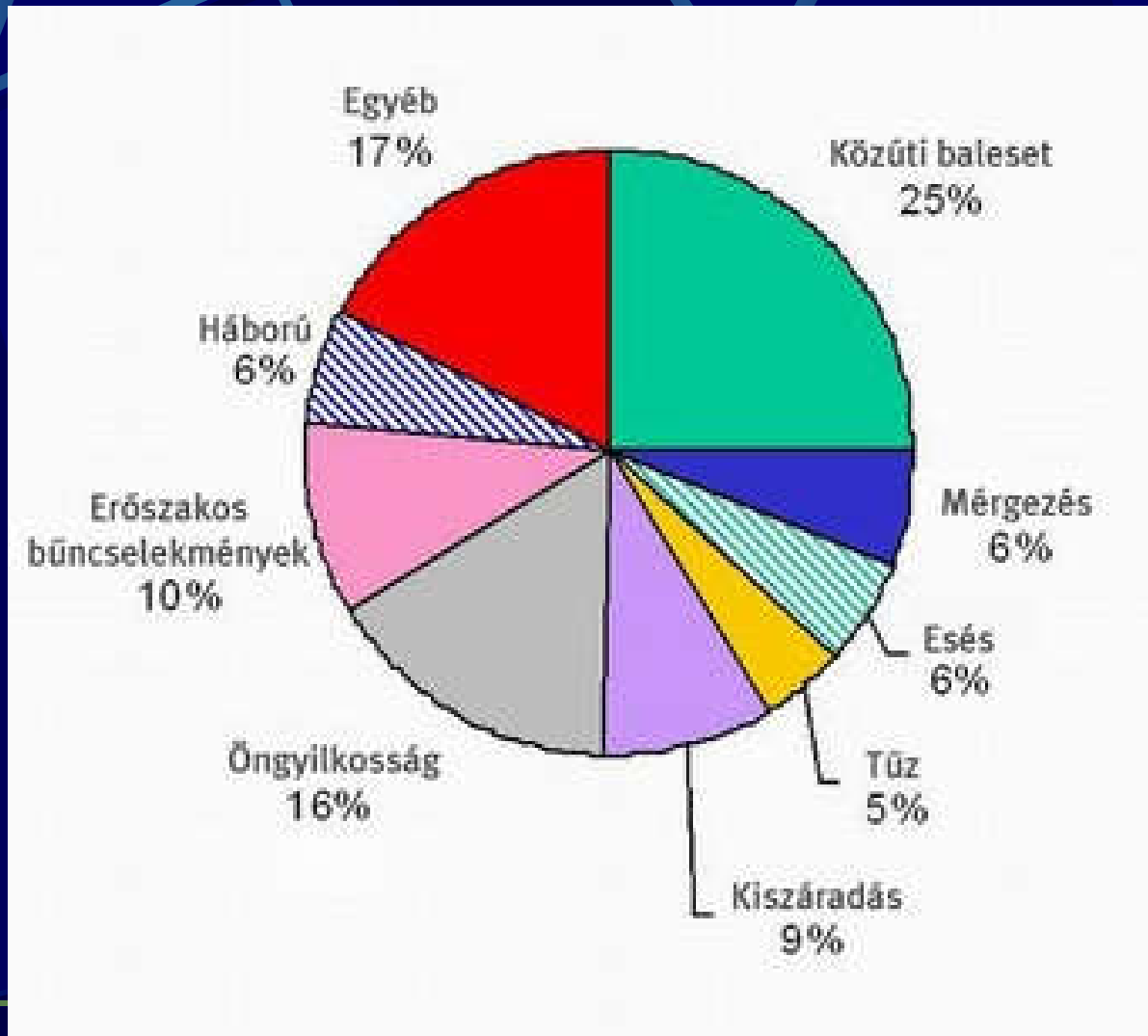
- ❖ A közúti forgalom legsúlyosabb velejárói a *közúti balesetek*; bekövetkezésüket a járművezető pillanatnyi koncentrációképességén, gyakorlatán túl a tervező és üzemeltető mérnök szaktudása is befolyásolja.
- ❖ A *baleseti okok* vizsgálata azt mutatja, hogy abban az esetben is, ha egy nyilvánvaló, fő oka van a balesetnek, még számos egyéb tényezőt lehet találni, amelyek ugyan kisebb mértékben, de szerepet játszhattak a baleset bekövetkezésében.
- ❖ A *forgalmi mérnök* legfontosabb feladata a közúti jelzések, geometriai jellemzők és a forgalmi körülmények folyamatos figyelése, elemzése és *balesetmegelőző intézkedések* megtétele

Az első, gépjármű okozta haláleset

- ❖ **A világon Ms. Bridget Driscoll 44 éves, kétgyermekes asszony vált az első olyan áldozattá, akinek halálát gépjármű okozta 1896. augusztus 17-én. Elütötte egy autó, miközben a londoni Kristálypalota előtti téren sétált át. A szemtanúk szerint az autó „óriási sebességgel” haladt. Ez valószínűleg 8 mérföld/h (12 km/h) lehetett. A vizsgálat során a halottkém kijelentette: „*Ennek sohasem szabad megismétlődnie!*”**

(WHO)

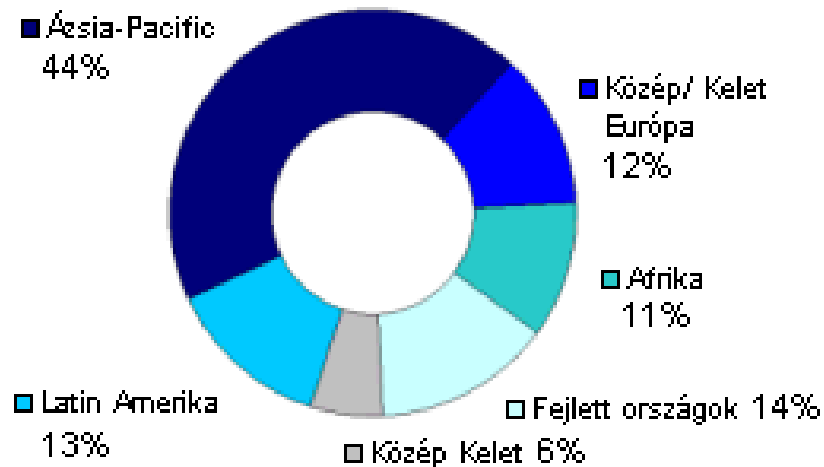
Nem betegség miatti halálokok megoszlása a világon 2000-ben



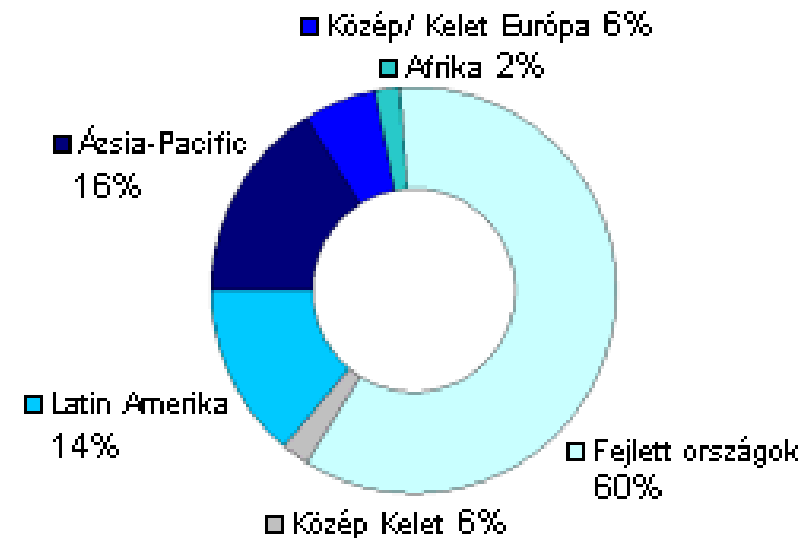
Halálos közúti balesetek megoszlása

- ❖ A halálos közúti balesetek döntő többsége (86%) a fejlődő és az átmeneti gazdaságú országokban történik, noha ezekben a világ gépjárműveinek csupán 40%-a közlekedik.

A halálos esetek megoszlása régiónként



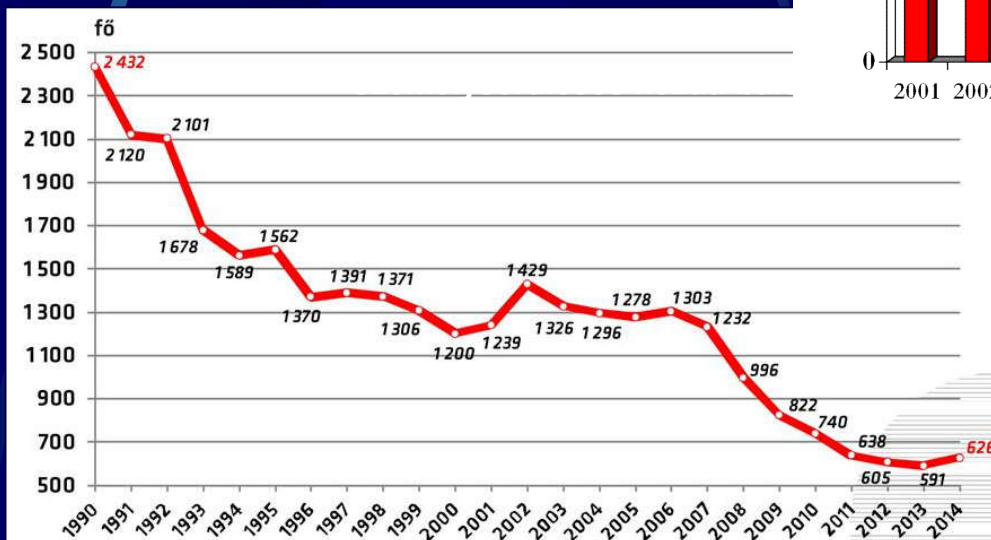
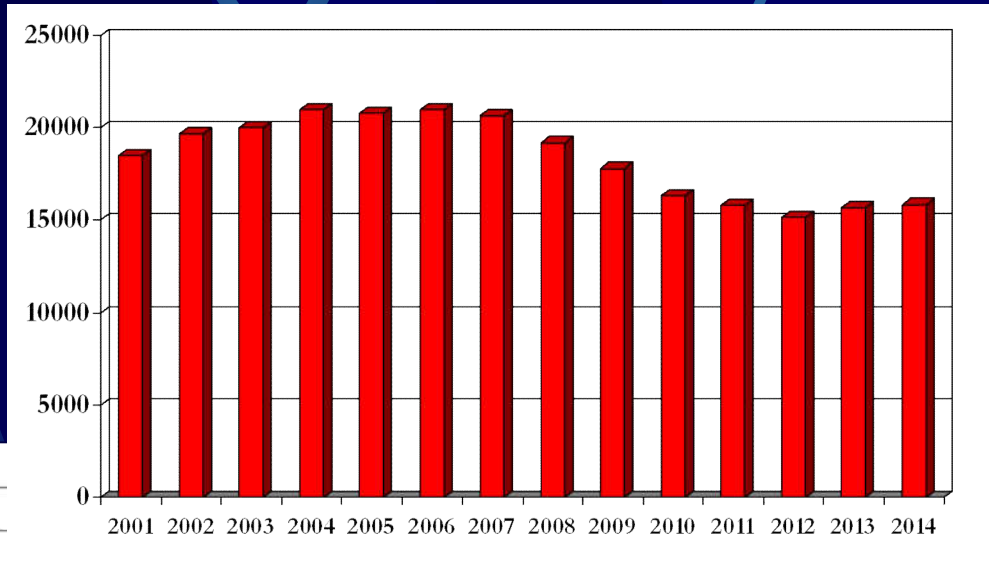
Gépjárműpark megoszlása régiónként



Személy sérüléses közúti balesetek Magyarországon 1.

Személyi sérüléses balesetek száma

Magyarországon 100 közúti balesetben 5-6 személy veszti életét, míg az EU átlag: 3,13



Nagy-Britannia 1,52
 Németország 1,86
 Ausztria 2,22
 Portugália 3,93
 Spanyolország 5,5
 Franciaország 6,7

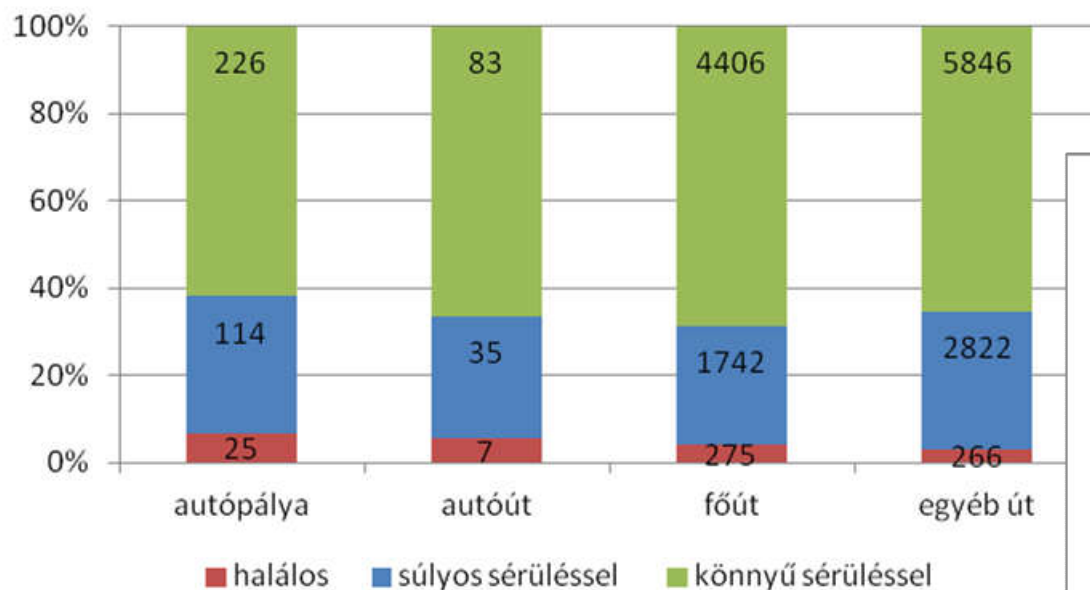
Közúti balesetben elhunytak számának alakulása

2017. március

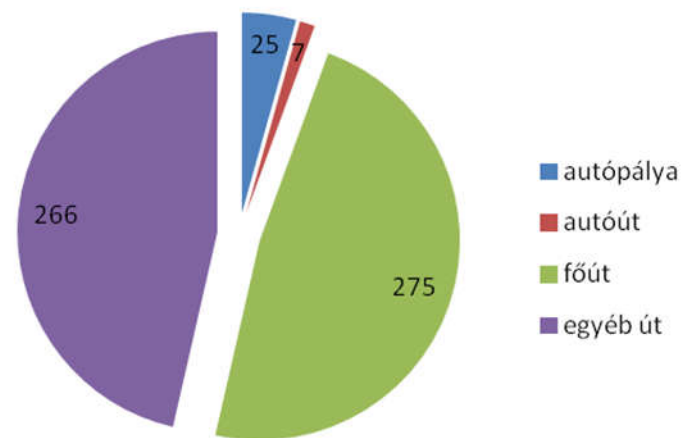
Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Személy sérüléses közúti balesetek Magyarországon 2.

Balesetek kimenetele útkategóriák szerint, 2014

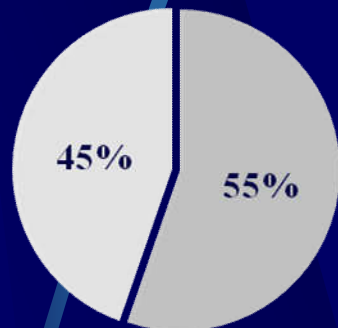


Halálos kimenetlű balesetek megoszlása útkategóriánként, 2014

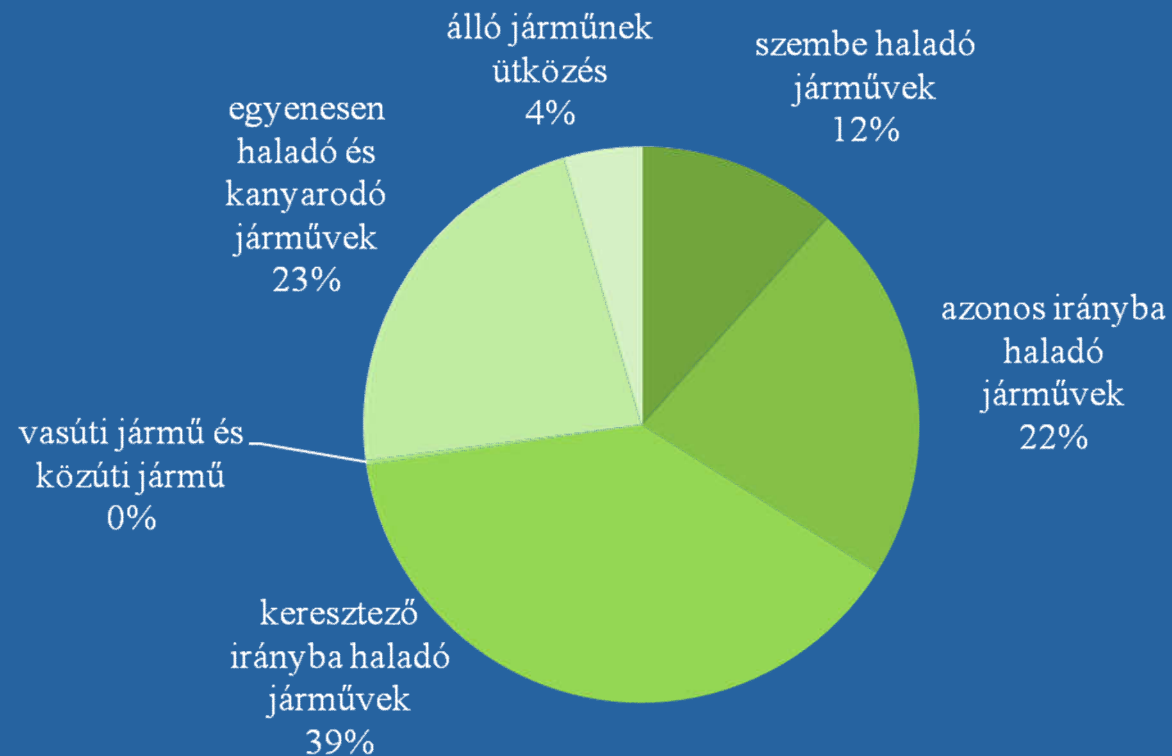


Személy sérüléssel közúti balesetek Magyarországon 3.

- Többjárműves
- Egyjárműves

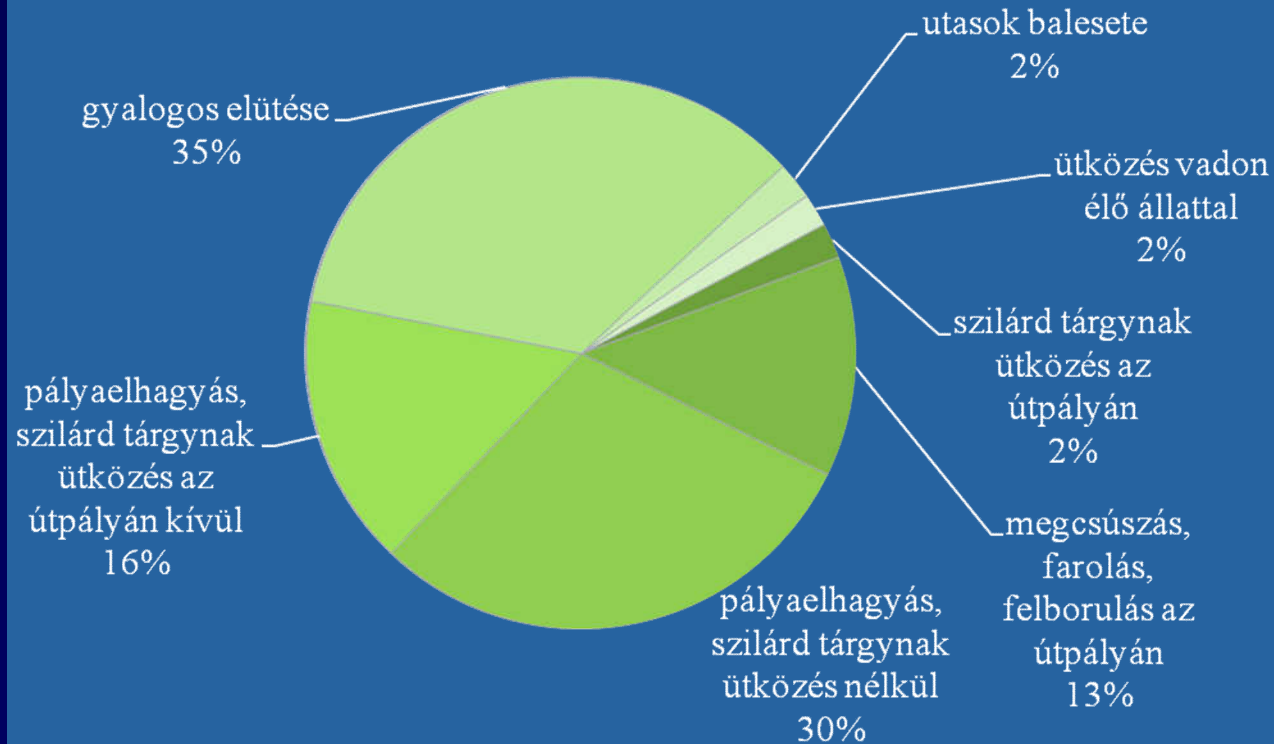


Többjárműves balesetek megoszlása természetük szerint, 2012



Személy sérüléssel közúti balesetek Magyarországon 4.

Egyjárműves balesetek megoszlása természetük szerint, 2012



Közúti balesetek okozta veszteségek 1.

- ❖ Az EU Fehér Könyve szerinti cél: a 2001-ben közúti balesetben meghaltak számának felére csökkentése 2010-re, ismételt megfelezése 2020-ra, közúti baleseti halálozás megszüntetése 2050-re.

	2000	2010	2014
Magyarország	1239	740	626
EU 28	55 091	31 595	25 845
USA	41 945	32 999	32 675

Közúti balesetek okozta veszteségek 2.

- ❖ A közúti balesetek jelentős gazdasági veszteséget okoznak. A veszteség az egyes országok nemzeti össztermékének (GDP) 1-3%-át is kiteheti.
- ❖ „Statisztikai életérték” gazdasági termelés kiesés, mentés, egészségügyi ellátás, rendőrségi beavatkozás, járműjavítás.

Közúti balesetek okozta veszteségek 3.

❖ 1 közlekedési áldozat okozta nemzetgazdasági
veszteség:

	EUR (HEATCO 2004)	2014
Magyarország	803 000	272 millió Ft
EU	539 000 – 2 915 000	
Németország	1 496 000	
Nagy-Britannia	1 617 000	
Norvégia	2 057 000	
Egyesült Államok		9,2 millió USD

❖ Sérülési súlyszámok:

Halálos : súlyos : könnyű sérülés = 100 : 15 : 1

A balesetek hagyományos elvekre épülő vizsgálata 1.

A hagyományos vizsgálatok a már bekövetkezett balesetek alapján következtetnek a *baleset-sűrűsödési helyekre*, ezek megtalálása után a helyszín tanulmányozása és korrekciója következik; a balesetsűrűsödési helyeket (*gócpontok, black spots*) a következőkben részletezett mutatók alapján lehet megtalálni.

1. A *balesetek gyakorisága* (az időegység alatt előfordult balesetek száma), a forgalom biztonságának legáltalánosabb mérőszáma, hiszen az időegység alatt előfordult balesetszám a legtöbb befolyásoló tényezővel kapcsolatba hozható.

Baleseti ponttérkép (Budapest belvárosa, 2003.)

Jelmagyarázat:
kék – könnyű;
piros – súlyos;
fekete – halálos



A balesetek hagyományos elvekre épülő vizsgálata 2.

Hagyományos elemzés



Balesetek száma:

S1 – csak anyagi káros balesetek száma

S2 – könnyű sérüléssel járó balesetek száma

S3 – súlyos sérüléssel járó balesetek száma

S4 – halálos áldozattal járó balesetek száma

Balesetek súlyossága:

b1 - 1

b2 - 5

b3 – 70 (8 napon túl gyógyulókra)

b4 – 130 (48 órán belül elhunytakra)

Útszakasz veszélyessége:

$$V = \frac{B_S}{F}$$

Balesetek átlagos súlyossága:

$$B_{\bar{A}} = \frac{B_S}{\sum S_i}$$

Relatív baleseti mutató:

$$B_R = \frac{\sum S \cdot 10^7}{365 \cdot \dot{A}NF \cdot l \cdot t}$$

Veszélyességi fok útszakaszra

$$V_R = \frac{B_S \cdot 10^7}{365 \cdot \dot{A}NF \cdot l \cdot t}$$

Veszélyességi fog csomópontra

$$V_{cs} = \frac{B_S \cdot 10^7}{365 \cdot \dot{A}NF \cdot t}$$

Relatív biztonsági fok:

$$B = \frac{B_{R,max}}{B_R}$$

A balesetek hagyományos elvekre épülő vizsgálata 3.

2. *Súlyozással összegezett balesetszám (B_s)*

- ❖ A baleseteket súlyosság szerint lehet csoportosítani.
- ❖ Az egyes balesetcsoportokat a súlyossági egyenérték jellemzi; a súlyossági egyenértékszámok a következők:
 - csak anyagi káros $b_1 = 1$
 - könnyű sérüléssel $b_2 = 5$
 - súlyos sérüléssel $b_3 = 70$ (8 napon túl gyógyulóakra vonatkozik)
 - halálos $b_4 = 130$ (30 napon! belül elhunytakra vonatkozik)

Súlyozással összegezett balesetszám

A súlyozással összegezett *balesetszám* számítása (B_s):

$$B_s = b_1 \cdot S_1 + b_2 \cdot S_2 + b_3 \cdot S_3 + b_4 \cdot S_4$$

ahol:

S_1 = a csak anyagi káros balesetek száma,

S_2 = a könnyű sérüléssel baleseteknél a könnyű sérültek száma,

S_3 = a súlyos baleseteknél a súlyos sérültek száma,

S_4 = a halálos baleseteknél a halottak száma.

Balesetek átlagos súlyossága ($B_{\bar{A}}$)

- ❖ **Az átlagos súlyosság a súlyozással összegezett balesetszám viszonya a súlyok nélkül, ugyanolyan tagokból számított baleseti összeghez:**

$$B_{\bar{A}} = \frac{B_s}{\sum S_i}$$

ahol

$$\sum_{i=1}^4 S_i = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

Útszakasz, vagy csomópont veszélyessége (V)

- ❖ A **veszélyesség** a súlyozással összegzett balesetszám és az útszakaszon vagy csomóponton áthaladt forgalomnagyság hányadosa:

$$V = \frac{B_s}{F} \text{ [baleset/jármű, db].}$$

- ❖ A forgalomnagyság általában 1 naptári éves időszakra vonatkozik.

A balesetek hagyományos elvekre épülő vizsgálata 3.

Balesetek relatív mutatója (B_R)

3. **A relatív baleseti mutató** már a forgalmi teljesítményt is figyelembe veszi:

$$B_R = \frac{\sum S \cdot 10^7}{365 \cdot \dot{A}NF \cdot l \cdot t}$$

[baleset/10 millió jármű km]

ahol

- l : az útszakasz hossza,
- t : a vizsgált évek száma.

A balesetek hagyományos elvekre épülő vizsgálata 4.

Relatív sérülési mutató

Új módszertanban elterjedten használt mutató

4. A *relatív sérülési mutató* a sérültek száma és a forgalmi teljesítmény hányadosa:

$$S_R = \frac{\sum \text{Sérült} \cdot 10^7}{365 \cdot \text{ÁNF} \cdot l \cdot t} \text{ [sérült/10 millió jármű km]}$$

ahol

- l : az útszakasz hossza,
- t : a vizsgált évek száma.

A relatív veszélyességi fok (V_R)

5. A *relatív veszélyességi fok* útszakaszra, vagy csomópontra vonatkozhat, az előzőeknek megfelelő értelmű, csak a képletben a balesetszám helyett a súlyozással összegezett balesetszám szerepel:

$$V_R = \frac{B_S \cdot 10^7}{365 \cdot \dot{A}NF \cdot l \cdot t}$$

illetve csomópont esetén:

$$V_{RCS} = \frac{B_S \cdot 10^7}{365 \cdot \dot{A}NF \cdot t}$$

A biztonsági fok (B) 1.

6. A *biztonsági fok* útszakasz vagy csomópont veszélyességének mértékét jelzi.
- ❖ Az országosan meghatározott legnagyobb relatív baleseti mutató és a vizsgált útszakasz vagy csomópont relatív baleseti mutatójának hányadosa:

$$B = \frac{B_{R \max}}{B_R}$$

ahol:

$B_{R \max}$: egy adott évben, országosan előfordult legnagyobb baleseti mutató,

B_R : az adott, vizsgált elem relatív baleseti mutatója.

A biztonsági fok (B) 2.

- ❖ Ezekon a mutatókon alapuló vizsgálatokkal kimutatható, hogy a geometria és a forgalom nagysága befolyásolja a B_R értékét.
- ❖ A külterületi utakon 250 m-nél kisebb sugarú ívekben, 6 m-nél keskenyebb kétsávos keresztmetszetekben, 3 %-nál nagyobb hossz-esések esetén rohamosan nő a baleseti mutató.

Relatív baleseti mutatók [baleset/10⁷ járműkilométer/év] útkategóriánként (2008)

Útkategóriák	halálos baleset	súlyos baleset	könnyű baleset	csak anyagi káros
autópálya	0,182	0,463	0,539	3,23
autóút (2x2 sávós, osztottpályás, külön szintű csp.)	0,182	0,463	0,539	3,23
autóút (2x1 sávós, külön szintű csp.)	0,43	1,084	0,678	4,07
főút (külterület, 2x2 sávós, szintbeni csp., osztottpályás, fizikai elválasztással)	0,365	0,928	1,08	6,48
főút (külterület, 2x2 sávós, szintbeni csp., fizikai elválasztás nélkül)	0,491	1,572	1,88	11,28
főút (külterület, 2x1 sávós, szintbeni csp.)	0,415	1,328	1,588	9,53
mellékút (külterület)	0,254	1,239	1,317	7,9
Belterületi út	0,348	2,723	4,049	24,3

Relatív sérülési mutatók [sérült/10⁷ járműkilométer/év] útkategóriánként (2015)

útkategória	fekvés	sávszám	jellemző csomóponti kialakítás	RSM (fő/10 ⁷ jkm)			
				meghalt	súlyosa n sérült	könnyen sérült	összes sérült
autópálya	külterület		különszintű	0,041	0,214	0,549	0,804
autóút	külterület	2×1 sáv	különszintű	0,282	0,546	1,071	1,899
	külterület	2×2 sáv	különszintű	0,048	0,247	0,632	0,927
gyorsút	külterület	2×2 sáv	szintbeni	0,073	0,378	0,967	1,418
főút	külterület	2×1 sáv	szintbeni	0,204	0,88	2,133	3,217
	külterület	2+1 sáv, fizikai elválasztással	szintbeni	0,122	0,572	1,493	2,187
	külterület	2×2 sáv fizikai elválasztás nélkül	szintbeni	0,152	0,596	1,638	2,386
	külterület	2×2 sáv fizikai elválasztással	szintbeni	0,097	0,47	1,249	1,816
	belterület		szintbeni	0,091	0,937	2,578	3,606
	belterület	2×2 sáv	szintbeni	0,119	1,258	3,841	5,218
	összesen	bel- és külterület összesen	szintbeni	0,171	0,888	2,254	3,313
mellékút	külterület		szintbeni	0,152	0,957	2,317	3,426
	belterület		szintbeni	0,111	1,16	2,94	4,211
	összesen	bel- és külterület összesen	szintbeni	0,138	1,042	2,573	3,753

A hagyományos elveken alapuló vizsgálatok eredményei 3.

Összefoglalva:

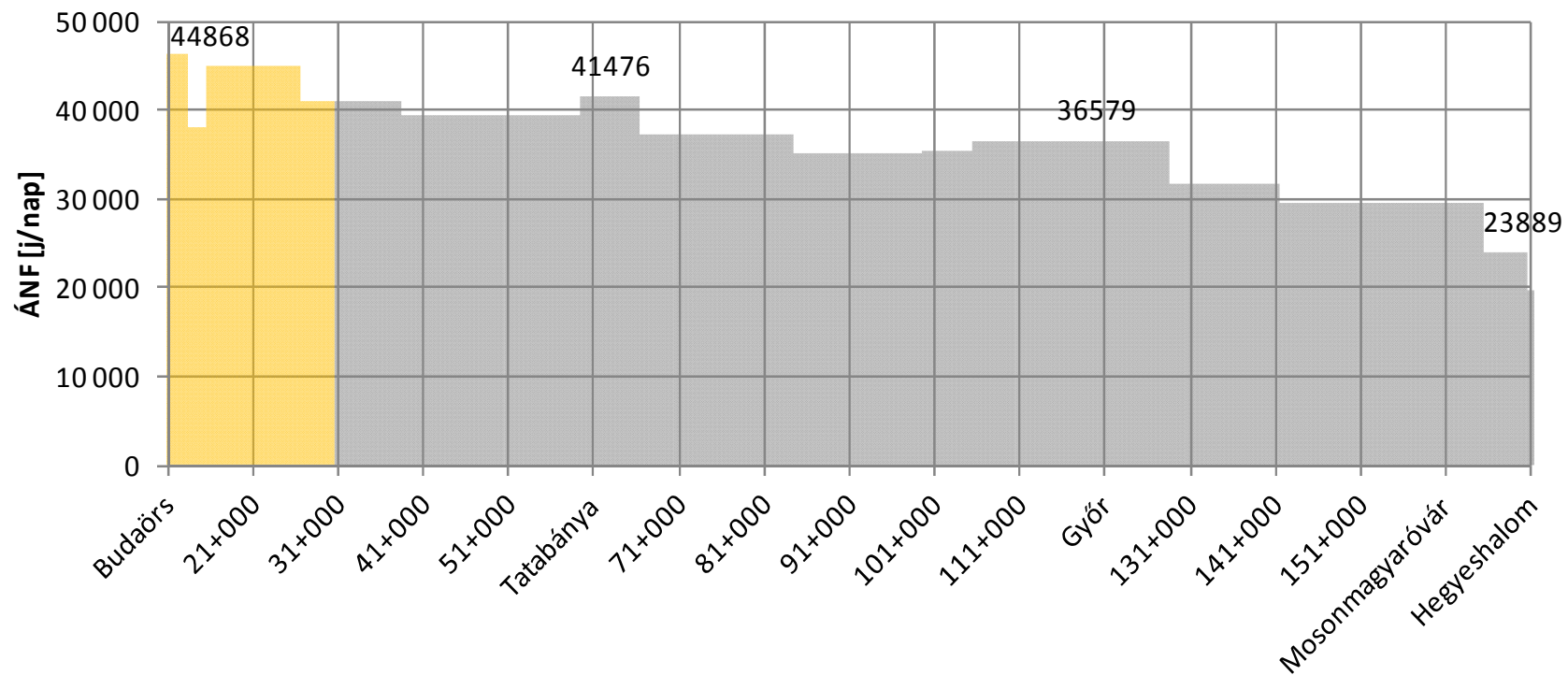
- ❖ **A kisforgalmú, jó geometriájú útszakaszok veszélyessége nagyobb a nagyobb forgalmú, kedvezőtlenebb geometriájú utakénál, tehát a kapacitásbővítő beavatkozásokat a forgalombiztonság érdekeit szem előtt tartva kell megvalósítani.**
- ❖ **Ezzel párhuzamosan az útvonal jellegének megfelelő, rugalmas sebességszabályozással, de a megfelelő sebességek szigorú betartatásával is szükséges élni a balesetmegelőzés érdekében.**

Alkalmazás, gyakorlati példák 1.

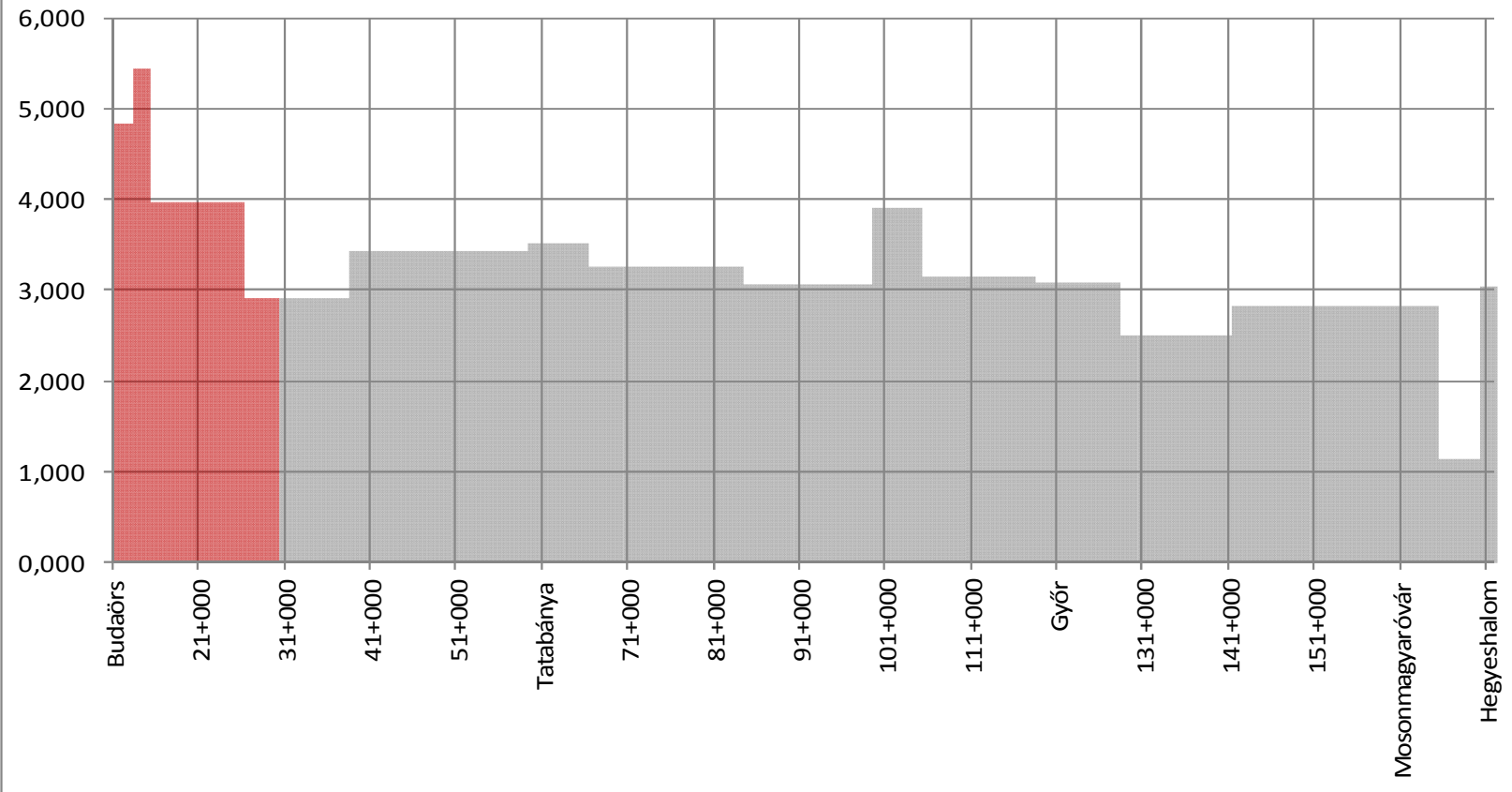
M1 autópálya forgalmi és baleseti elemzése:

- ❖ **ÁNF M1-M7 elválási csomópont és Hegyeshalom között – viszonylag nagy forgalom a teljes úton**
- ❖ **Balesetsűrűség (két csomópont közötti szakaszon 5 év alatt bekövetkezett balesetek, km-re vetítve) [baleset/km/5év] → forgalmi menedzsment**
- ❖ **Relatív baleseti mutató (két csomópont közötti szakaszon, forgalmi teljesítményre vetítve) [baleset/10⁷ jármű km] → veszélyes útszakaszok**
- ❖ **Baleseti ponttérkép**
halálos – súlyos – könnyű sérüléssel járó balesetek

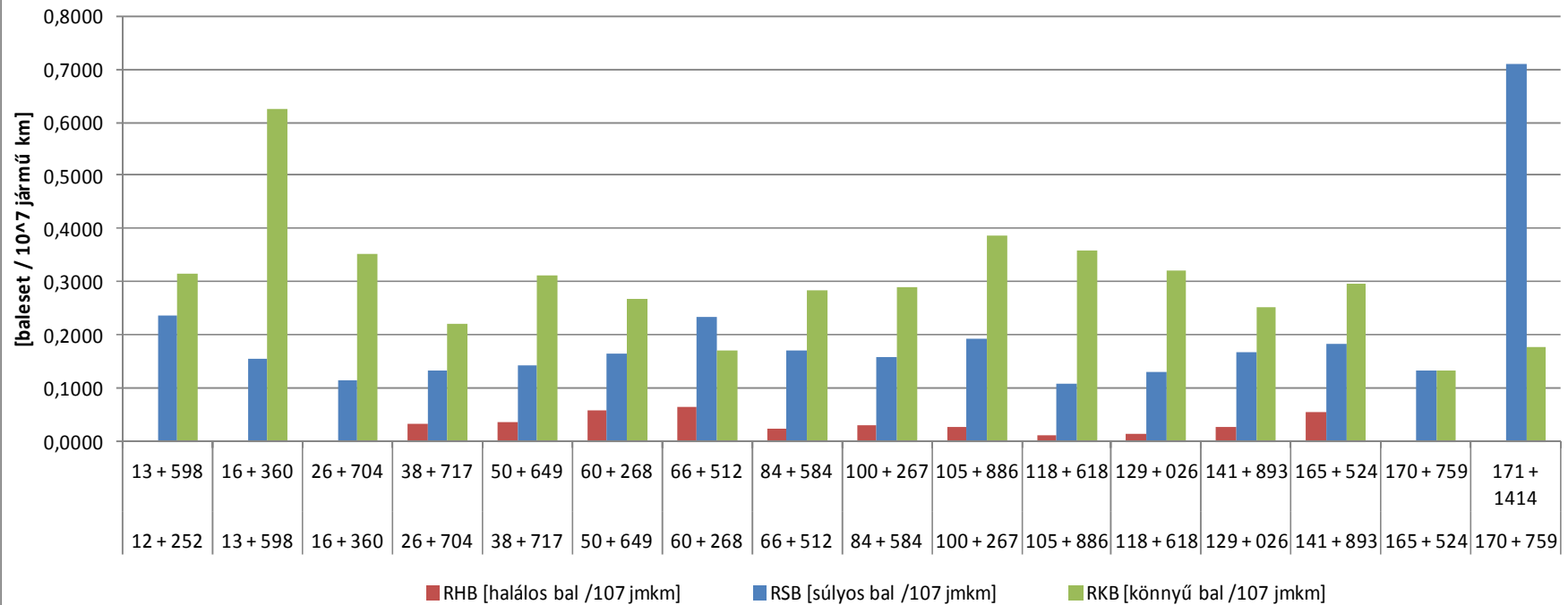
M1 autópálya átlagos napi forgalom, 2013

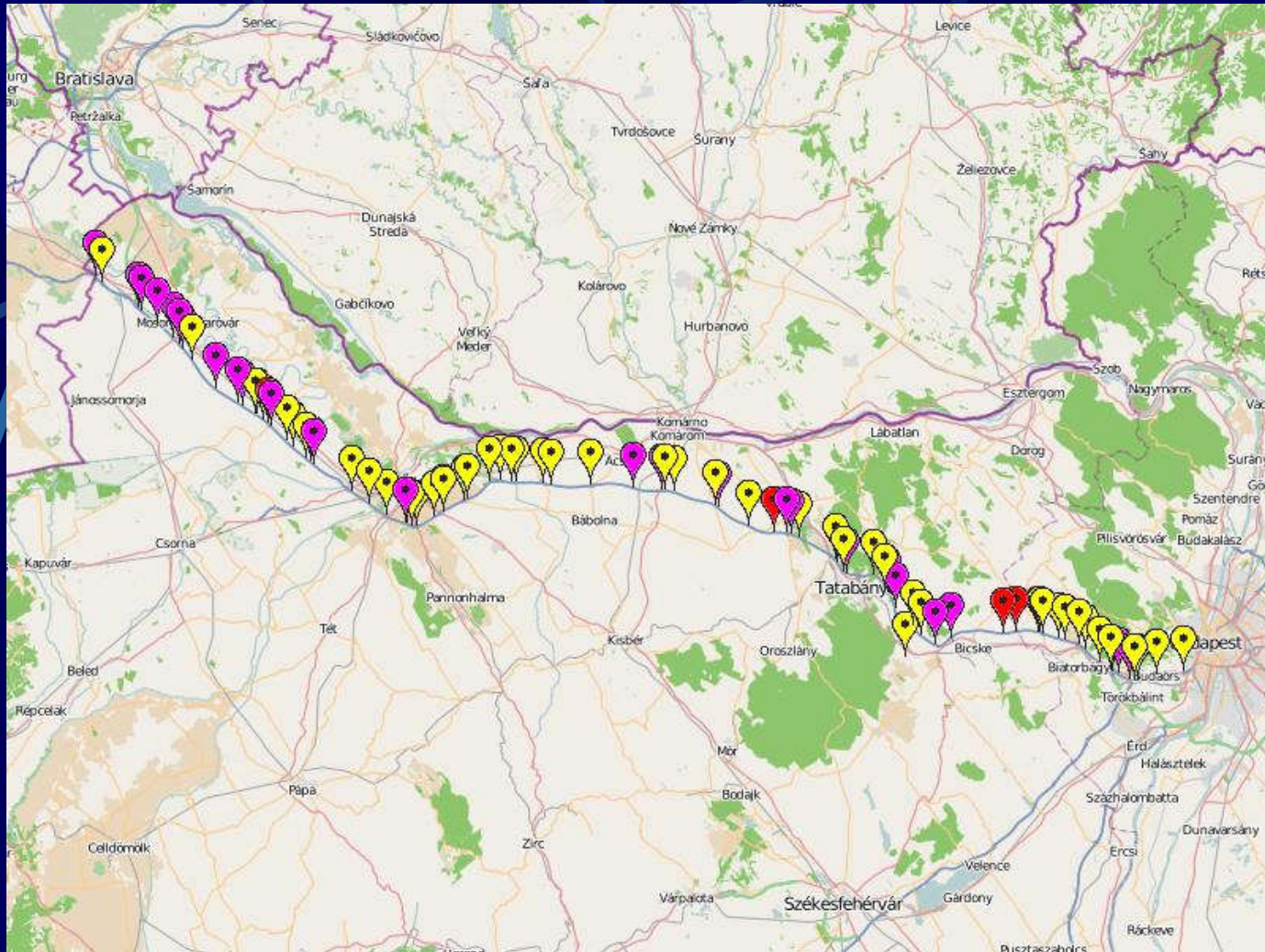


Balesetsűrűség az M1 autópályán [baleset/km/5év]



Baleseti gyakoriság, relatív baleseti mutatók az M1 autópályán 2010-2014





Balesetek 2014-ben az M1 autópályán
halálos – súlyos – könnyű sérüléssel járó balesetek

Alkalmazás, gyakorlati példák 2.

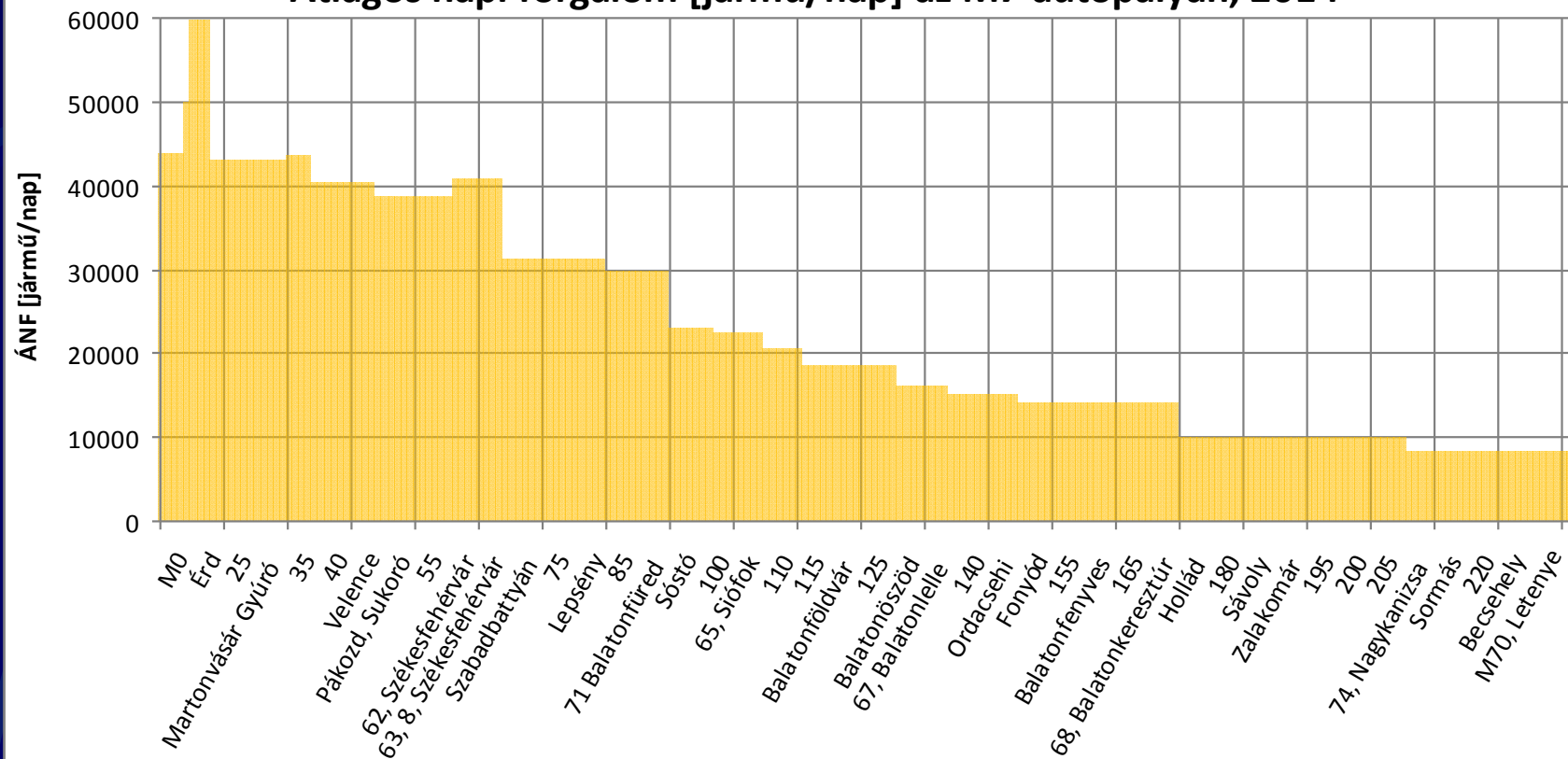
M7 autópálya forgalmi és baleseti elemzése:

❖ **ÁNF M1-M7 elválási csomópont és Letenye között
– Siófok után csekély forgalom**

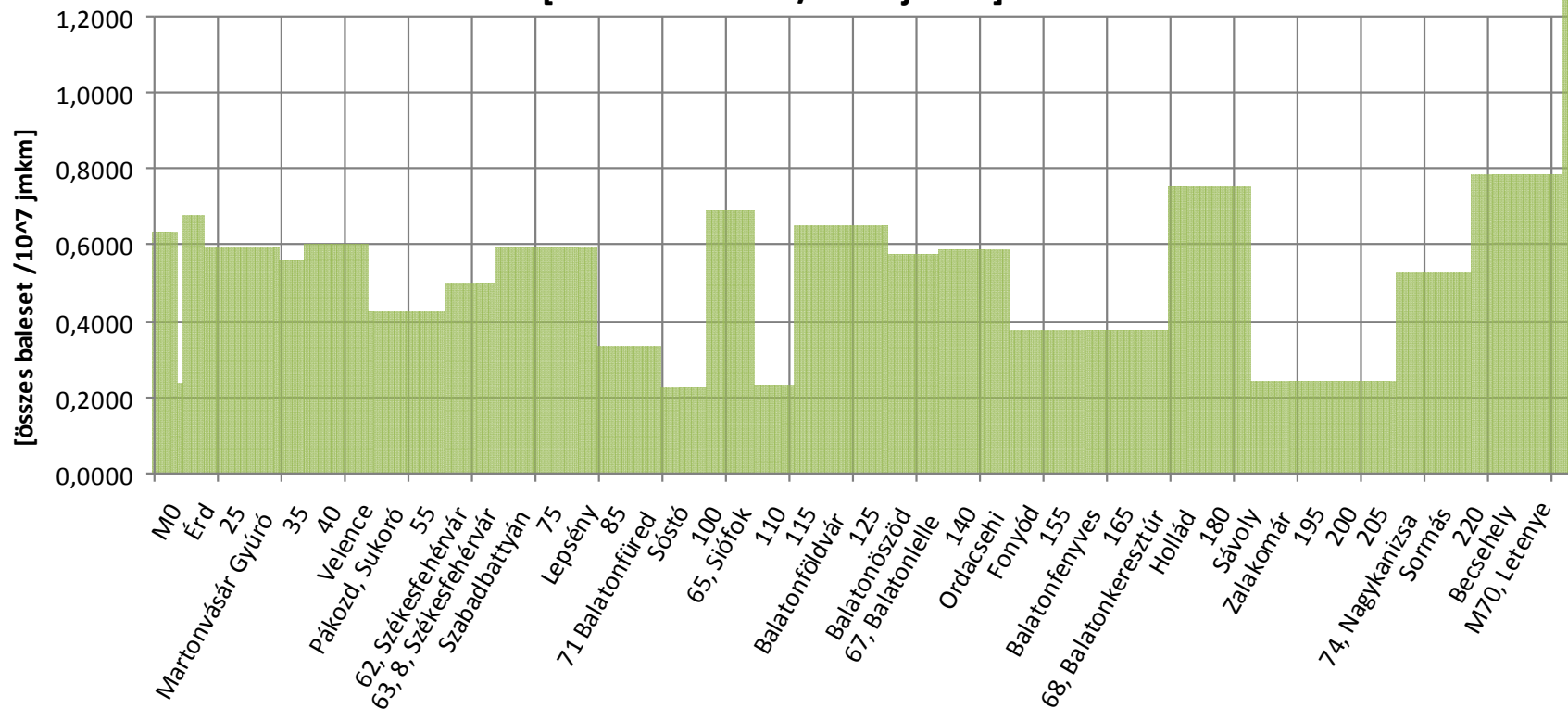
❖ **Relatív baleseti mutató (két csomópont közötti szakaszon, forgalmi teljesítményre vetítve)
[baleset/10⁷ jármű km]**

*alacsony forgalmú, de jó geometriájú szakaszon
magasabb RBM tapasztalható, mint a nagy forgalmú
szakaszokon*

Átlagos napi forgalom [jármű/nap] az M7 autópályán, 2014



Relatív baleseti mutató az M7 autópályán
[összes baleset /10⁷ jmkm]

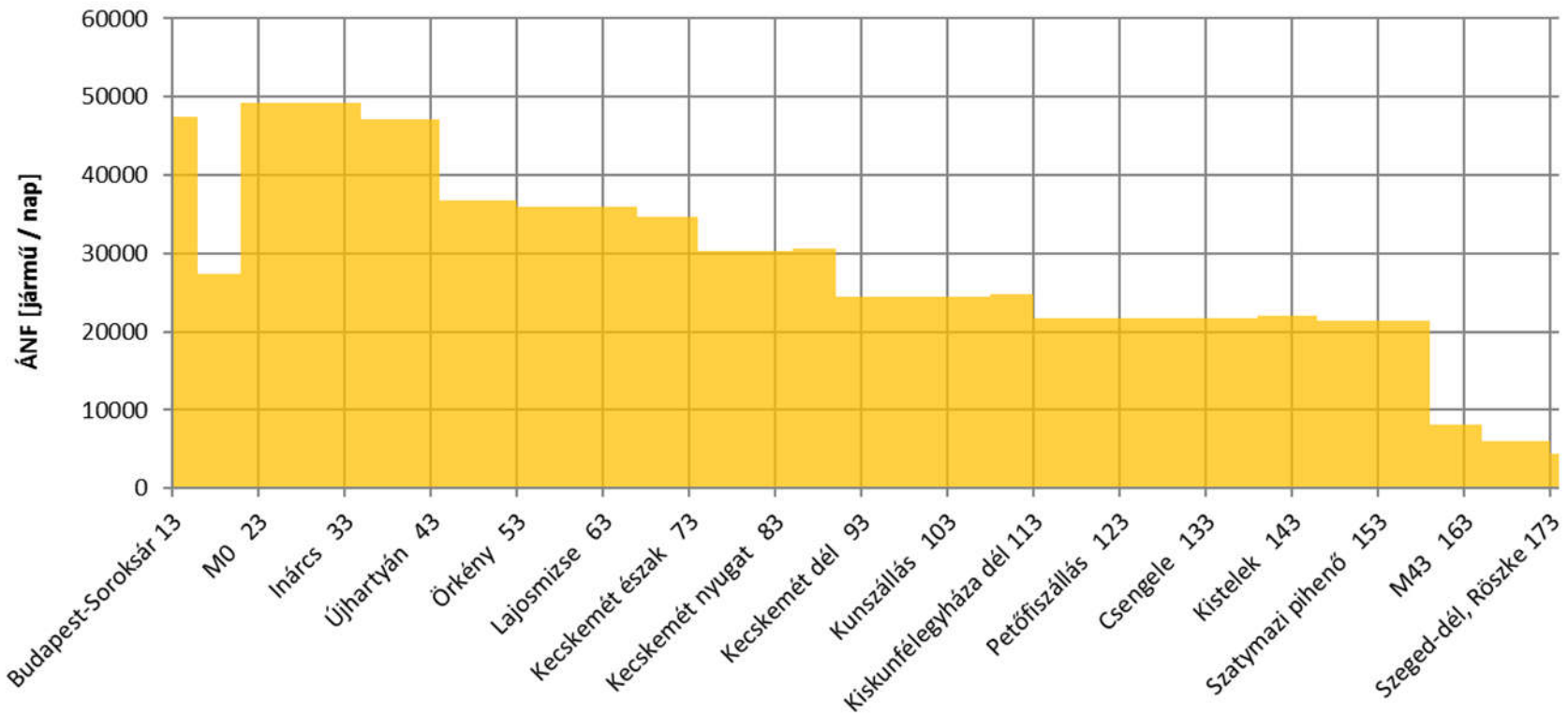


Alkalmazás, gyakorlati példák 3.

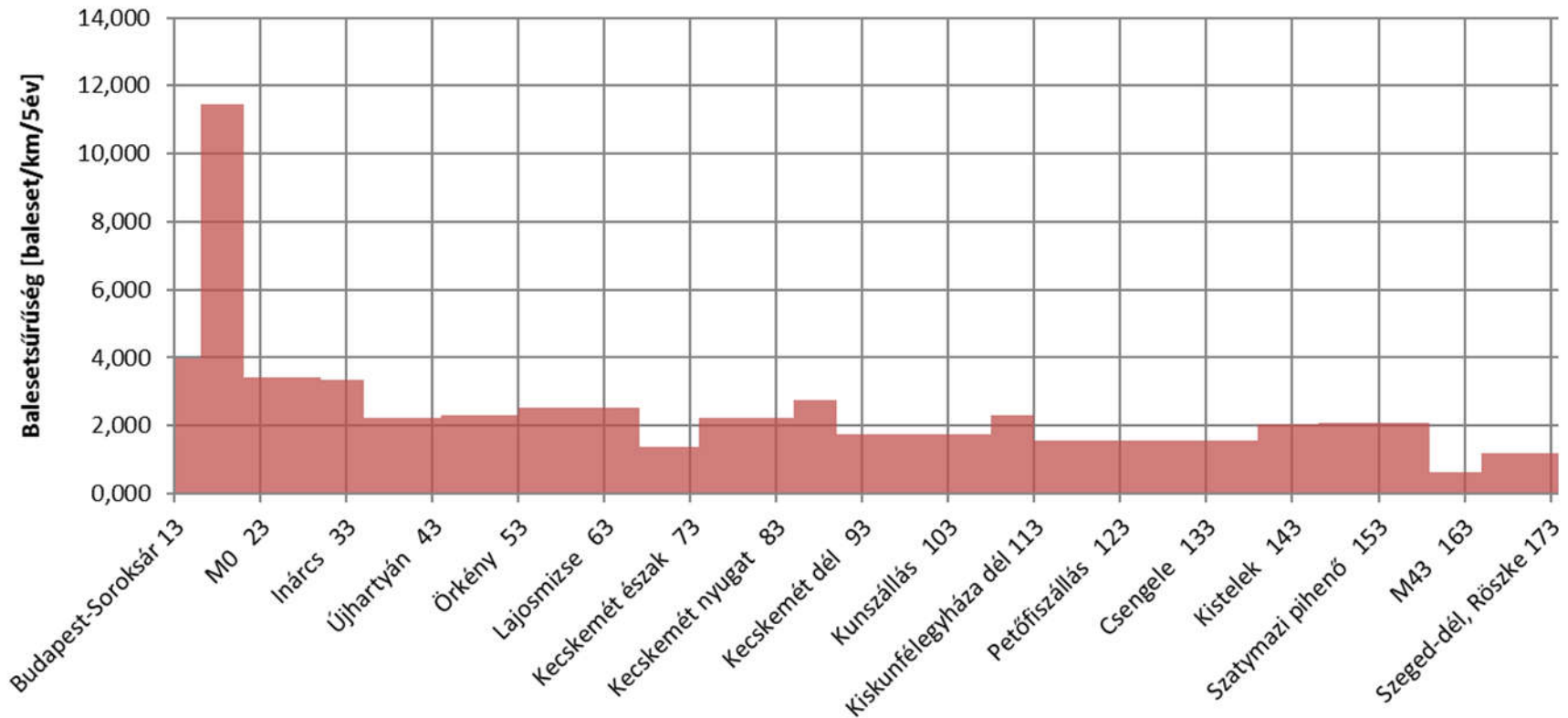
M5 autópálya forgalmi és baleseti elemzése:

- ❖ **ÁNF 13+000 (autópálya kezdete) és a 173+896 (Röszke, országhatár) km szelvények között – viszonylag nagy forgalom a teljes úton**
- ❖ **Balesetsűrűség (két csomópont közötti szakaszon 5 év alatt bekövetkezett balesetek, km-re vetítve) [baleset/km/5év] → forgalmi menedzsment**
- ❖ **Relatív baleseti mutató (két csomópont közötti szakaszon, forgalmi teljesítményre vetítve) [baleset/10⁷ jármű km] → veszélyes útszakaszok**

Átlagos napi forgalom [jármű/nap] az M5 autópályán, 2015

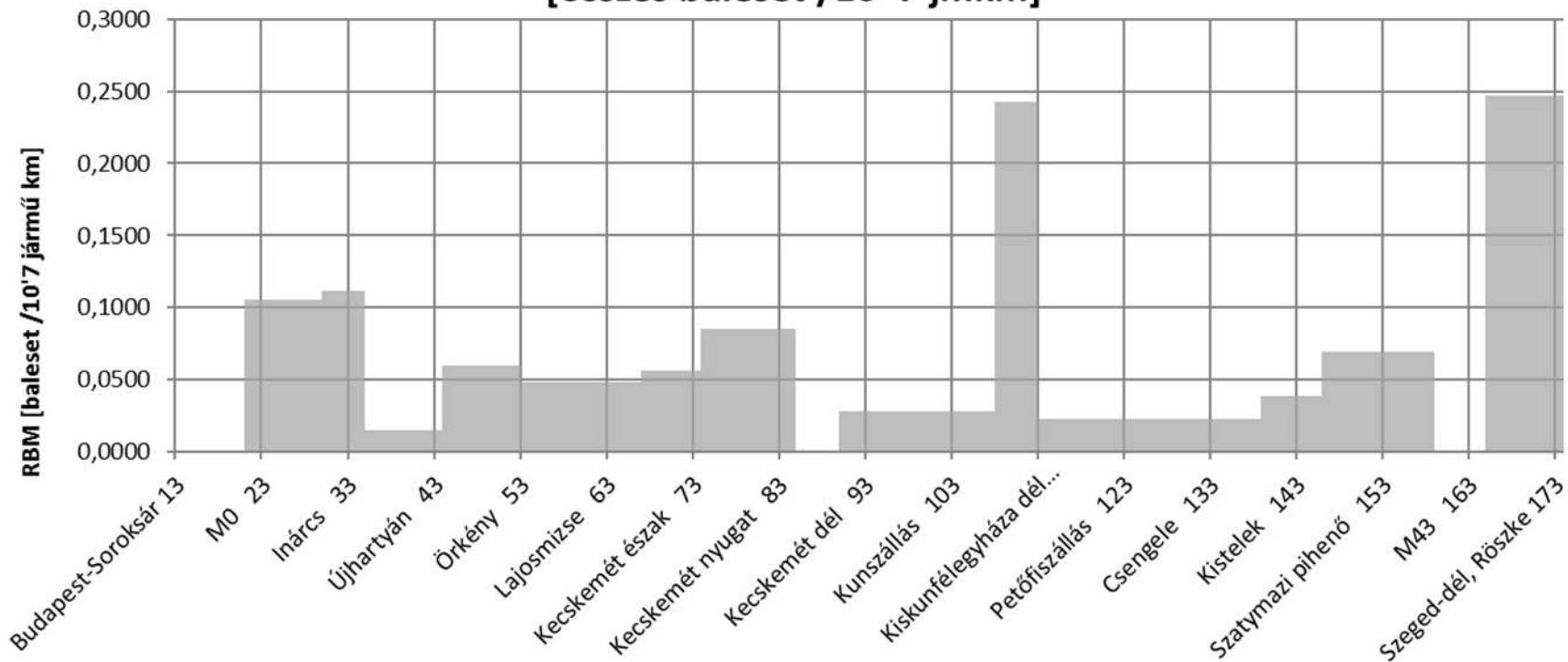


Balesetsűrűség az M5 autópályán [baleset/km/5év]



- **A baleset-sűrűség ábra párhuzamba állítható az átlagos napi forgalom ábrájával.**
- **Kiugró érték látható az M51 és az M0 csomópontja közötti szakaszon, amely 2013 előtt igen magas forgalmat bonyolított, de az M0 51-es főút és M5 közötti szakaszának 2013. évi átadása után jelentősen lecsökkent (60.000 j/napról 27.000 j/napra).**

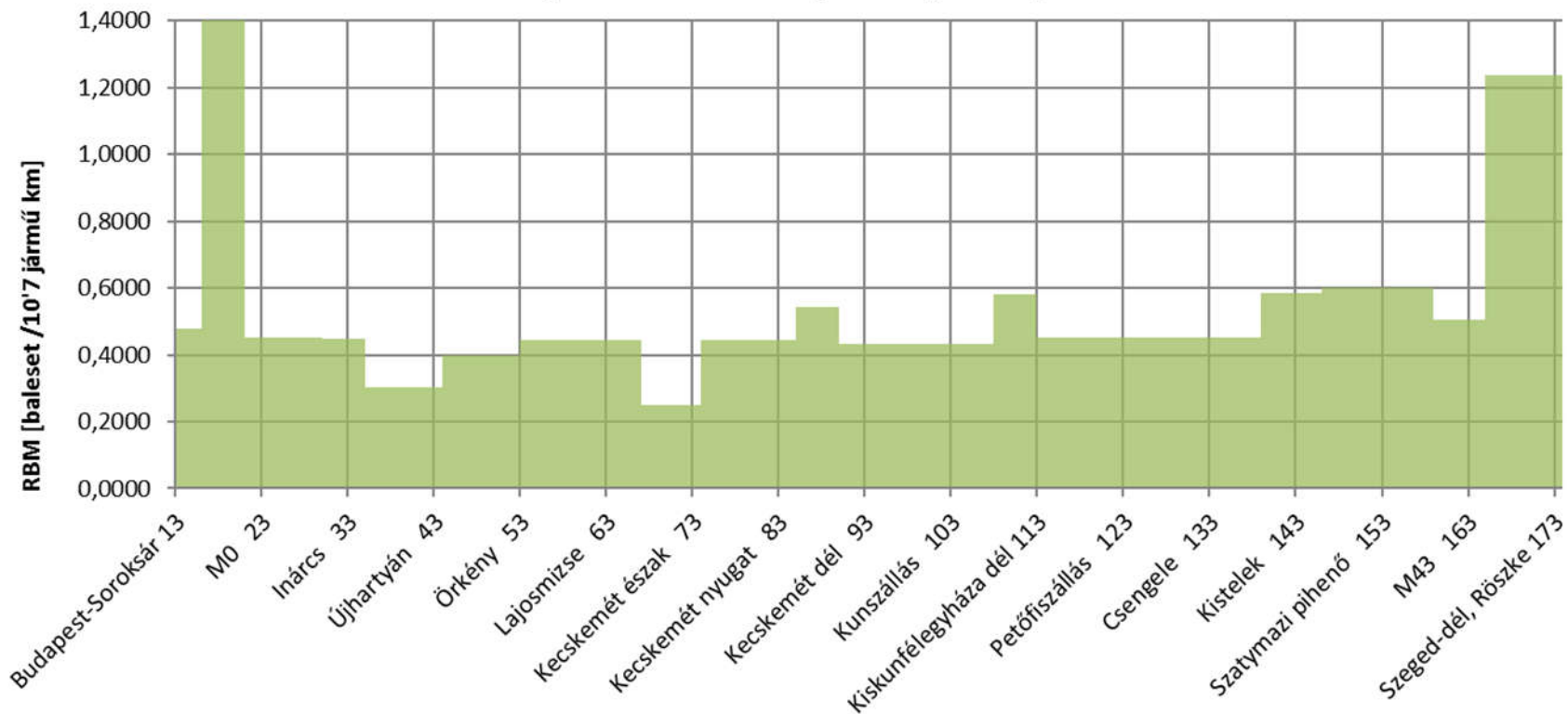
Relatív halálos baleseti mutató az M5 autópályán [összes baleset /10⁷ jmkm]



Magas relatív *halálos* baleseti mutatójú szakaszok találhatóak:

- Gyáli/M0 csomópont és az Inárcsi pihenő között;
- Kiskunfélegyháza északi és déli csomópont között;
- Szeged nyugat csomópont és Röske között.

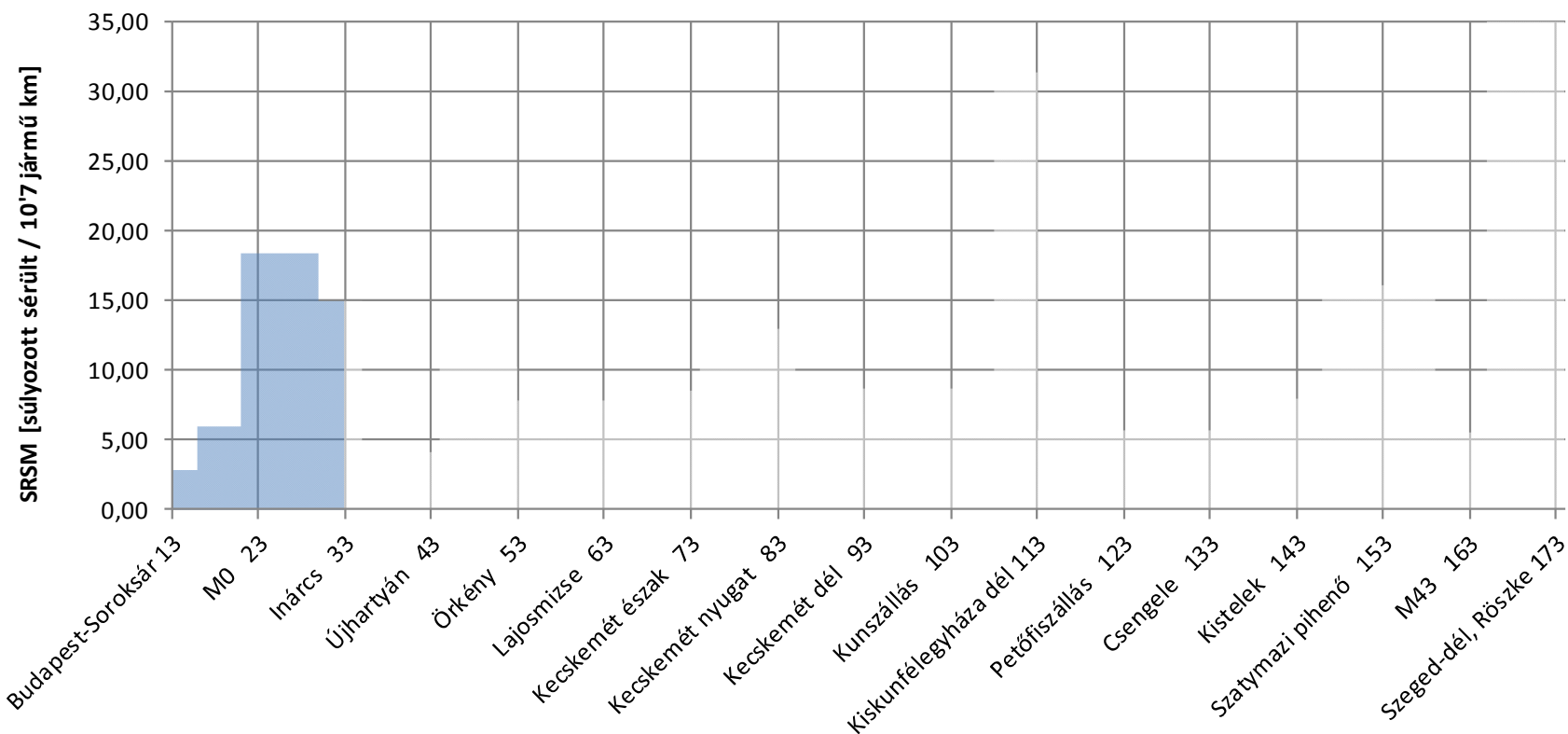
Relatív baleseti mutató az M5 autópályán [összes baleset /10⁷ jmkm]



A relatív baleseti mutató térbeli eloszlása alapján a legmagasabb a baleseti kockázatú szakaszok:

- **M51 és M0 autóút közötti szakaszon;**
- **Szeged nyugat csomópont és Röszke között.**

Súlyozott relatív sérülési mutató az M5 autópályán



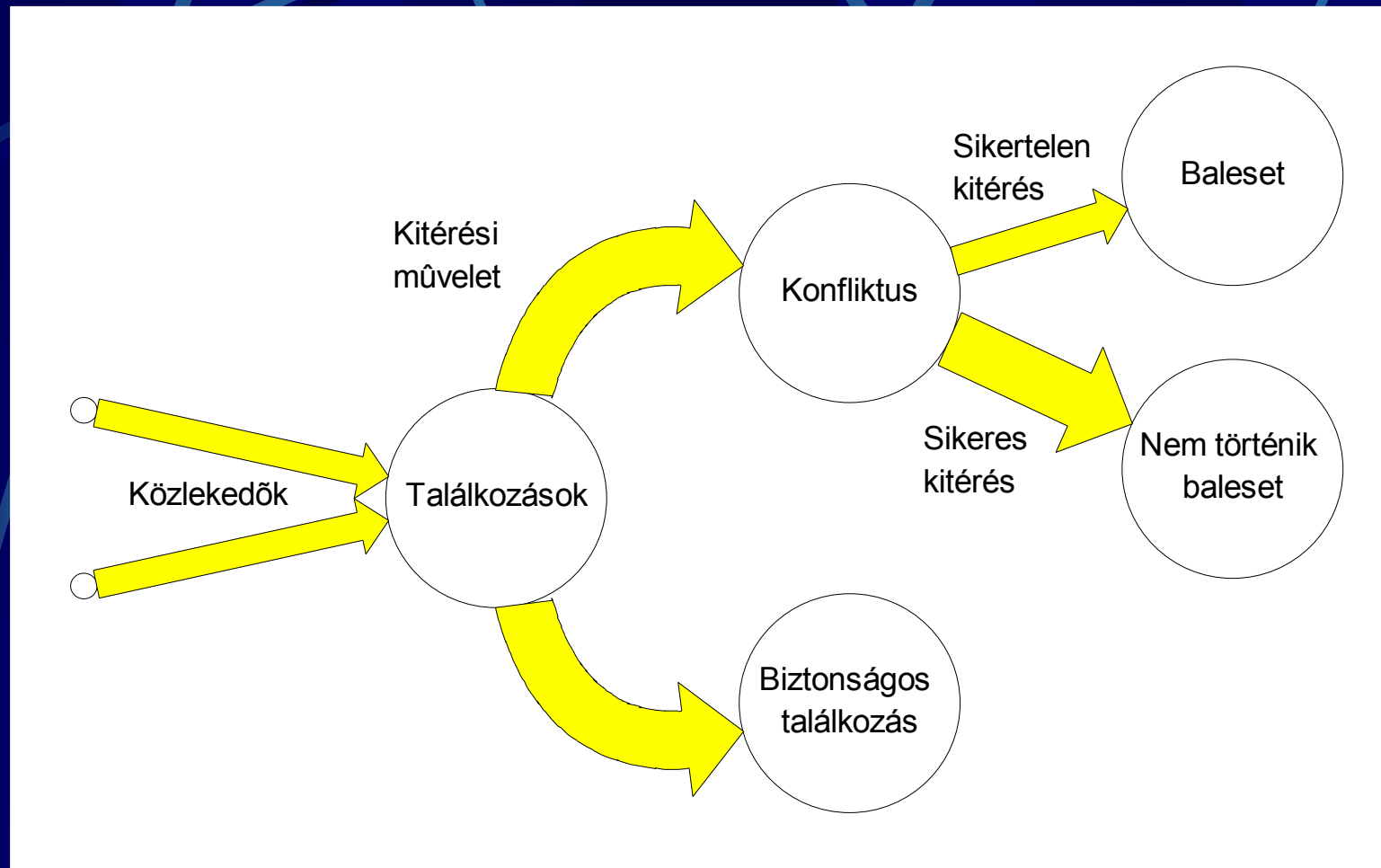
A súlyozott relatív sérülési mutató igen eltérő az egyes szakaszokon. A legmagasabb:

- az M0 csomópont és az Inárcsi pihenő között,
- a Kiskunfélegyháza északi és déli csomópont között,
- a Szeged nyugati csomópont és az országhatár között.

Konfliktus-helyzetek vizsgálata 1.

- ❖ Az utóbbi évtizedekben a balesetek helyett a veszélyes forgalmi helyzetek, ún. "*konfliktus-helyzetek*" vizsgálata került előtérbe.
- ❖ A *forgalmi konfliktus* olyan megfigyelhető helyzet, amelyben a közlekedés résztvevői egymással vagy szilárd tárggyal oly módon kerülnek kapcsolatba, hogy az időbeni vagy térbeli közelség alapján a baleset közvetlen veszélye áll fenn, ha a mozgást változatlanul folytatják és valamelyik közlekedő hirtelen nem tér ki, vagy nem fékez.
- ❖ A *veszélyhelyzetek* a balesettől annyiban különböznek, hogy a közlekedőknek még van lehetőségük egy többé-kevésbé ellenőrzött reakcióra.
- ❖ Súlyosság szempontjából megkülönböztethető *enyhe*, *súlyos konfliktus*, és *majdnem baleset*.

A forgalmi konfliktusok



Konfliktus-helyzetek vizsgálata 2.

- ❖ *A konfliktus-vizsgálatok előnyei:*
 - a veszélyes forgalmi helyzetek száma sokkal nagyobb, mint a baleseteké, így vizsgálatukból több és megbízhatóbb következtetés vonható le;
 - a vizsgálatok időtartama rövid, néhány órás megfigyeléssel értékes tapasztalatok szerezhetők;
 - a fejlesztések eredményessége gyorsan értékelhető (az előtte-utána vizsgálatok 3-3 éven belüli balesetek vizsgálatát tartják megfelelőnek);
 - a különböző forgalomszabályozási változatok gyorsan kipróbálhatók és értékelhetők;
 - a baleseti helyszínelések hiányosságai nem nehezítik meg a következtetéseket;
 - megismerhetők a közlekedők szokásai.

Konfliktus-helyzetek vizsgálata 3.

❖ *A konfliktusvizsgálatok menete:*

- Fel kell venni a forgalomnagyságokat és a forgalomáramlás adatait, a gyalogosokéit is.
- Forgalmi helyzetek felvételének során jelölni kell az előforduló szituációkat:
 - Á - áthaladt,
 - L - lassított,
 - M- megállt,
 - H - hirtelen lassított,
 - I - irányt változtatott,
- részletezésben
- A szituációk hozzárendelendők a mozgásokhoz és a járműtípusokhoz a következő ábra szerint.
- Külön feljegyzendő a forgalmi műveletek során elkövetett szabályszegések száma és aránya.

Konfliktus-vizsgálatok

			szgk	tgk	busz
			Á Á M L L L	Á Á	Á Á
			Á Á M Á Á M L Á	Á Á	Á M Á
gyalogos					
szgk	L M L	L L M M L L M M Á Á H			
busz		M M M			
tgk		L M L L			

Konfliktus-helyzetek vizsgálata 4.

- ❖ **A veszélyes forgalmi helyzetek rangsorolása a konfliktuskategóriák alapján:**
 - enyhén veszélyes forgalmi helyzetek (erőteljes fékezés, megállás, hirtelen sávváltás);
 - súlyosan veszélyes forgalmi helyzetek (vész-fékezés, járműcsúszás, irányváltoztatás, majdnem baleset).
- ❖ **Ezek számszerű értékelése a vizsgálat lényeges eleme.**
- ❖ **Következtetések:**
 - minél nagyobb a veszélyhelyzetek forgalomhoz viszonyított aránya, annál nagyobb a hely veszélyessége
 - ha nagy a szabályszegések száma, akkor nem megfelelő a forgalomszabályozás.

176/2011. (VIII. 31.) Korm. rendelet a közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről

- ❖ A gyorsforgalmi közúthálózat, az országos főúthálózat elemeire és a 10 000 E/nap-nál nagyobb forgalmú közutak esetén
- ❖ Tanulmányterv fázisban:
 - Közúti biztonsági hatásvizsgálat*
 - ❖ Vizsgálja, hogy az új út vagy a meglévő hálózat módosítása milyen hatással van az úthálózat közlekedésbiztonságára
 - ❖ Adatot biztosít a költség-haszon elemzéséhez

176/2011. (VIII. 31.) Korm. rendelet a közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről

- ❖ Engedélyezési terv és a kiviteli terv készítése során (1), a közforgalom számára történő megnyitás előtt (2), korai szakaszában (3):

Közúti biztonsági audit

meghatározza a közlekedésbiztonság szempontjából kritikus elemeket, és ezekre vonatkozóan megfelelő ajánlásokat fogalmaz meg (2) és (3) csak gyorsforgalmi útnál

- ❖ Rendszeres időközönként, a forgalmi rendfelülvizsgálattal egyidejűleg:

Közúti biztonsági felülvizsgálat

Köszönöm figyelmüket!

Dr.-habil Lindenbach Ágnes
egyetemi tanár
Pécsi Tudományegyetem,
Műszaki és Informatikai Kar
e-mail: interut21@tvnetwork.hu