

Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon

Baleseti- és kapacitásvizsgálat kiemelt forgalmú hazai
gyorsforgalmi utakon – globális és dinamikus
sebességszabályozás bevezetésének tanulmánya



**Magyar Mérnöki Kamara
Kiadványsorozata 37.**

**Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata
gyorsforgalmi utakon**

**Baleseti- és kapacitásvizsgálat kiemelt forgalmú hazai
gyorsforgalmi utakon – globális és dinamikus
sebességszabályozás bevezetésének tanulmánya**

**MMK FAP azonosító:
2019/203-KZT**

Budapest, 2019. október

A sorozat szerkesztője:
NAGY GYULA
a Magyar Mérnöki Kamara elnöke

Készült a Magyar Mérnöki Kamara Közlekedési Tagozatának gondozásában, a 2019. évi Feladat Alapú Pályázatok pénzügyi keretéből.

A kiadvány a Magyar Mérnöki Kamara tulajdona. Másolása, teljes terjedelmében való közzététele csak a Kamara engedélyével lehetséges. Minden jog fenntartva.

Szerzők:
Józsa Bálint
S. Vígh Judit

Lektorálta:
Dr. Berki Zsolt

Kiadó:
Magyar Mérnöki Kamara
1094 Budapest, Angyal u. 1-3.
info@mmk.hu, www.mmk.hu

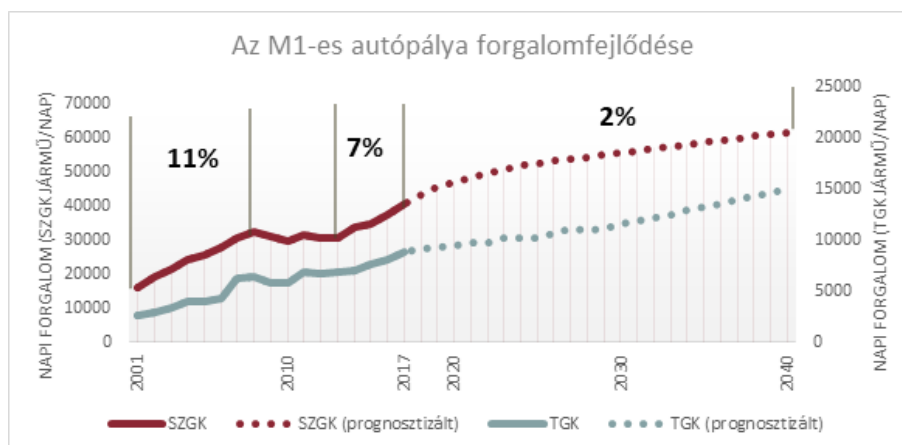
TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezető	6
2. A forgalomnagyság, a kapacitás-kihasználtság, a sebesség és a baleseti esetszámok közötti összefüggések	8
2.1. Adatbázisok létrehozása.....	8
2.2. M1 autópálya baleseti és forgalmi elemzése	10
2.3. M3 autópálya baleseti és forgalmi elemzése	20
2.1. M7 autópálya baleseti és forgalmi elemzése	29
3. Sebességcsökkentés hatásainak bemutatása	37
3.1. Globális sebességcsökkentés	38
3.1.1. Elméleti áttekintés	38
3.1.2. Nemzetközi és hazai gyakorlati példák.....	39
3.2. Lokális sebességcsökkentés.....	42
3.2.1. Sebességcsökkentés hatása a kapacitásra – elméleti kutatások.....	42
3.2.2. Sebességcsökkentés gyakorlati hatása a kapacitásra.....	47
4. Következtetések.....	50
5. Összefoglalás.....	53
6. Irodalomjegyzék	Hiba! A könyvjelző nem létezik.

1. Bevezető

Célunk egy olyan tanulmány kidolgozása volt, mely átfogó képet ad arról, hogy a magyarországi autópályákon (M1, M3, M7) a forgalmi volumen, a kapacitáskihasználtság és a baleseti esetszámok között található-e összefüggés és amennyiben az realizálható, akkor azok milyen módon írhatók le. A vizsgált jellemzők közötti összefüggések alapján a tanulmány megállapításokat fogalmaz meg, hogy a globálisan vagy lokálisan alkalmazott sebességcsökkentésnek milyen hatásai lehetnek a vizsgált mutatókra, esetszámokra.

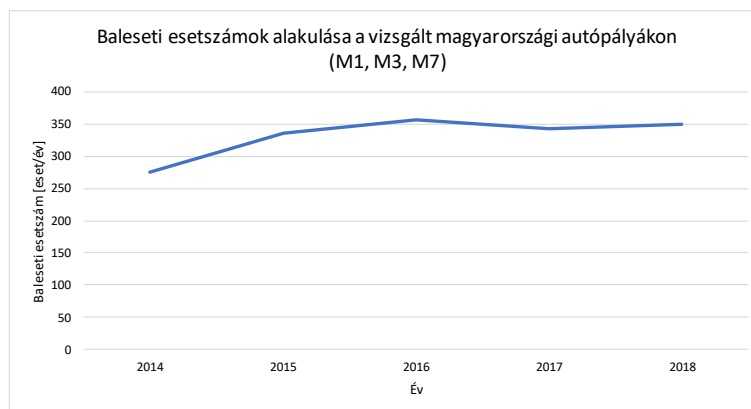
A magyarországi autópályahálózat forgalmára a motorizáció növekedése mellett jelentős hatással van a nyugat-európai munkavállalók tranzitforgalma, mely jelenti a kelet-európai lakóhelyre történő hazautazást, különös tekintettel a hosszú hétvégék vagy az ünnepek idején. A kiemelt forgalmú időszakok gyakoriságának növekedése következtében például az M1 autópályán akár lokálisan is kapacitáshiányos/torlódó szakaszok alakulnak ki; ennek aktualitását jelzi, hogy jelenleg is folyik az M1 autópálya 2x3 sávosra történő bővítésének előkészítése.



1.1. ábra M1 autópálya forgalma (FŐMTERV, 2018)/

Az M7-es autópálya Budapest és Balaton közötti szakaszán a nyári időszakban szintén rendszeresek a torlódó szakaszok.

A forgalmi volumen növekedése mellett a baleseti esetszámok is növekedő vagy stagnáló trendet mutatnak a vizsgált autópályákon.



1.2. ábra Baleseti esetszámok alakulása vizsgált magyarországi autópályákon (M1, M3, M7)

Vizsgált paraméterek közötti összefüggés

Vizsgálatunk során a három részletesen vizsgált autópályához létrehoztunk egy forgalom nagyságot, kapacitás-kihasználtságot, baleseti esetszámot és átlagsebességet tartalmazó adatbázist. Az adatbázis részletes vizsgálatával összefüggéseket állapítottunk meg a forgalomnagyság és a baleseti esetszámok között. Általános érvényű összefüggéseket határoztunk meg a forgalomnagyság és a sebesség között, illetve a baleseti esetszámok alakulását vizsgáltunk a kapacitáskihasználtság és az átlagsebesség függvényében.

Globálisan vagy lokálisan alkalmazható sebességcsökkentés

Az utakon egy lokálisan vagy globálisan bevezetett sebességcsökkentés több szempontból is kedvező hatású lehet; a tankönyvi számítások alapján csökkenti a baleseti esetszámokat, illetve az elméleti kapacitásgörbe alapján többlet kapacitást tud biztosítani. Magyarországon és Európa más országaiban is volt példa teljes országot érintő, globális sebességmódosításra, vizsgáltuk ezen beavatkozások hatását a baleseti esetszámokra.

A forgalmi sávok kapacitása adott és a forgalmi volumen növekedésével a kapacitás hiányos szakaszok és időszakok száma szintén növekvő tendenciát fog mutatni. A sebesség változtatásával a forgalmi áramlat bizonyos mértékig stabilizálható, mely az elméleti kapacitáshoz közelebb eső tényleges kapacitást tud biztosítani. Jelen tanulmány külföldi irodalomkutatás – mely elméleti és gyakorlati példákat is magába foglal – és a magyarországi autópályákra megállapított összefüggések alapján megállapításokat tesz, hogy magyarországi autópályák mely szakaszán érdemes egy lokális sebességet változtatható rendszer kiépítése, használata.

2. A forgalomnagyság, a kapacitás-kihasználtság, a sebesség és a baleseti esetszámok közötti összefüggések

Vizsgálatunk során a következő adatbázisokat hoztuk létre:

- baleseti adatbázis – WEB-BAL adatbázis alapján,
- forgalmi adatbázis – Magyar Közút Országos Közúti Adatbank (továbbiakban OKA) adatbázis alapján,
- átlagsebességek adatbázisa – Magyar Közút mérőállomásai alapján.

A meglévő adatok alapján összefüggéseket állapítottunk meg a forgalmi adatok és a baleseti esetszámok, illetve forgalomnagyság és a sebesség, és a sebesség változás és a baleseti esetszámok között.

2.1. Adatbázisok létrehozása

A baleseti adatok eléréséhez és elemzéséhez a Közlekedésfejlesztési Koordinációs Központ által 2011-ben fejlesztett a WEB-BAL 1.7 elnevezésű programot használtuk, melyen keresztül a tárolt adatok számunkra is elérhetővé váltak. Az adatok a baleset helyszínén a helyszínelő rendőr által rögzített információkat tartalmazzák, melyet az Országos Rendőr-főkapitányság (továbbiakban ORFK) a baleset bekövetkezése után 48 órával, illetve 30 nappal ellenőriz, majd a Központi Statisztikai Hivatal (továbbiakban KSH) részére átad. Az alábbi elemzésekben a balesetek kimenetelét azok bekövetkezése után 30 nappal vizsgáltuk.

Év	Hónap	Hét napja	Nap	Óra	Baleset fajtája	Baleset természete	Baleset típusa
2014	Április	péntek	18	6	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2014	Május	péntek	23	16	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2014	Augusztus	vasárnap	10	18	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2014	Szeptember	sombbat	6	11	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Egyéb baleset azonos irányba egyenesen haladó járművek között
2014	November	vasárnap	2	1	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti JOBB oldalon és szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül
2015	Január	sombbat	17	5	gépjárművek utolérése balesete	keresztirányba haladó járművek összeütközése	Ütközés JOBB/OL oldalú járművel
2015	Április	péntek	3	12	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés nélkül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti JOBB oldalon
2015	Június	szerda	24	12	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses baleset két, vagy több résztvevővel, az egyik megállt
2015	Július	péntek	10	18	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses baleset két, vagy több résztvevővel, az egyik megállt
2015	Július	péntek	10	18	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2015	Július	péntek	10	18	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2015	Július	hétfő	20	22	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti JOBB oldalon és szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül
2015	Augusztus	csütörtök	6	7	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2015	Augusztus	péntek	28	6	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés nélkül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti JOBB oldalon
2015	Szeptember	csütörtök	3	5	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés nélkül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti JOBB oldalon
2015	December	hétfő	28	4	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti JOBB oldalon és szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül
2016	Szeptember	vasárnap	11	6	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti BAL oldalon
2017	Január	csütörtök	12	13	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti JOBB oldalon és szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül
2017	Február	kedd	14	13	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2017	Március	csütörtök	23	7	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses baleset két, vagy több résztvevővel, az egyik megállt
2017	Június	péntek	30	11	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2017	Július	csütörtök	6	17	gyébb baleset	álló járműnek ütközés	Egyéb, várakozó járműnek ütközés
2017	Július	vasárnap	30	15	gépjárművek utolérése balesete	azonos irányba haladó járművek összeütközése	Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel
2017	Augusztus	szerda	16	10	gépjárműves baleset	pályaelhagyás, szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül	Pályaelhagyás járművel egyenes úton, menetirány szerinti JOBB oldalon és szilárd tárgynak ütközés az útpályán kívül

2.1. ábra Rendelkezésünkre álló baleseti adatbázis (részlet)

A három vizsgált autópályaszakaszra a vizsgált időszakban összesen 1798 esetet vizsgáltunk. A baleseti adatok alapján a WEB-BAL adatbázisban rögzített adatokat tekintettük irányadónak, rendőrségi nyilvántartásba nem volt lehetőségünk betekinteni.

Vizsgálatunkban azt is megnéztük, hogy a balesetek az autópálya jobb (főváros felől) vagy bal (főváros felé) pályáján történtek-e, ezáltal is pontosabb képet adva a torlódó állapotokról.

A **forgalmi adatokat** az OKA nyilvánosan elérhető adatbázisából gyűjtöttük össze. Az OKA adatbázisából a vizsgált autópályák teljes magyarországi szakaszára vonatkozóan (adott szelvényekben) keresztmetszeti forgalomnagyság és kapacitás adatok váltak elérhetővé. Kiegészítő jellegű, egyéb forgalmi adataink Adámy Anna *“A forgalomszámlálási módszerek korszerűsítésének szükségessége”* c. előadásából (II. Magyar Közlekedési Konferencia – 2018) származnak. Bár az előadásban feltüntetett forgalmi adatok csak néhány szelvényre és a szerző által vizsgált évre vonatkoznak, jelen vizsgálatban az előadásban kirajzolódott forgalomlefordást és annak karakterisztikáját teljes autópályaszakaszra és az általunk vizsgált további évekre is jellemzőnek tekintettük.

Közüti száma	Útkategória	Megye	A számlálóállomás			Összes forgalom
			szelvénye	érvényességi szakaszának		
				határszelvényei		
				[km+m]	[km+m]	
útvonali átlagérték						84733
M1	autópálya	Pest megye	12+ 697	12 + 252	13 + 598	57911
M1	autópálya	Pest megye	14+ 000	13 + 598	16 + 360	52085
M1	autópálya	Pest megye	17+ 000	16 + 360	17 + 604	91943
M1	autópálya	Pest megye	17+ 630	17 + 604	26 + 692	92227
M1	autópálya	Pest megye	34+ 299	26 + 692	29 + 582	75545
megyei átlagérték						80245
M1	autópálya	Fejér megye	34+ 299	29 + 582	38 + 704	75545
M1	autópálya	Fejér megye	43+1001	38 + 704	50 + 670	74692
megyei átlagérték						75062
M1	autópálya	Komárom-Esztergom megye	43+1001	50 + 670	55 + 505	74692
M1	autópálya	Komárom-Esztergom megye	62+ 322	55 + 505	66 + 512	75274
M1	autópálya	Komárom-Esztergom megye	84+ 200	66 + 512	84 + 584	70851
M1	autópálya	Komárom-Esztergom megye	98+ 290	84 + 584	100 + 268	67463
megyei átlagérték						71136

2.2. ábra Rendelkezésünkre álló OKA adatbázis (részlet)

A **sebességi adatbázist** az „M1-es autópálya 2x3 sávra bővítése Tatabánya-Újváros - Győr (M19) csomópontok között” c. projekt keretében a Magyar Közút által a FŐMTERV Zrt. rendelkezésére bocsájtott 1004 sz. (M1 autópálya 62+322 szelvény) és 1107 sz. (M1 autópálya 84+200 szelvény) mérőállomás adatait felhasználva hoztuk létre.

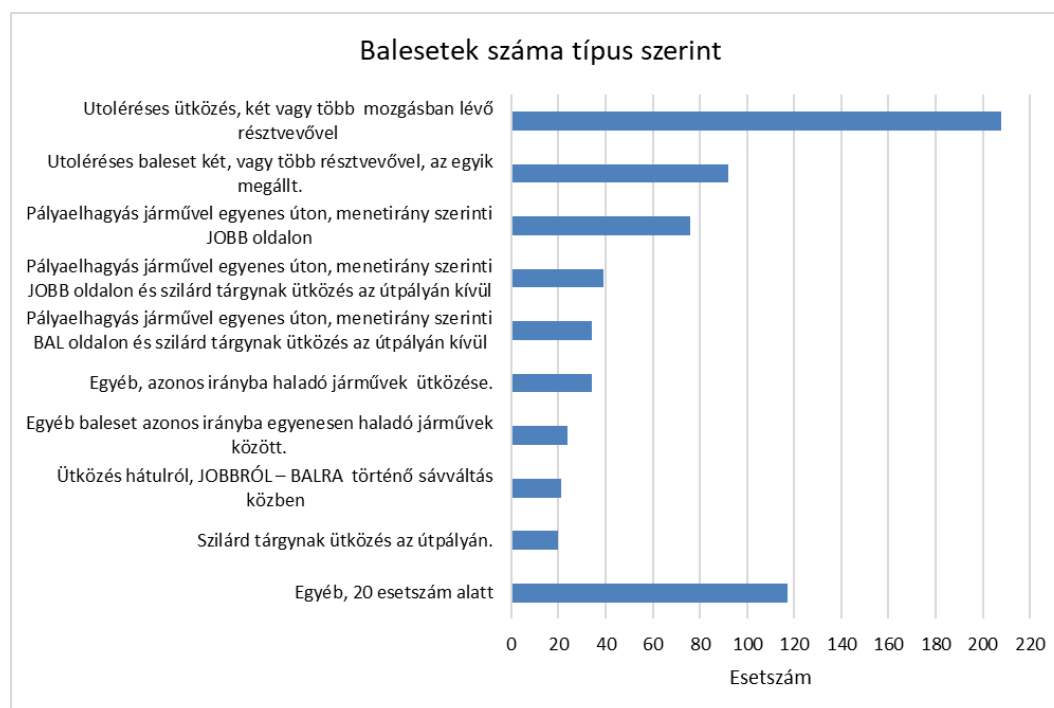
Forgalomnagyság	szgk 1		tgk 1		szgk 2		tgk 2		szgk 1		tgk 1		szgk 2		tgk 2	
	1004 1. irány könnyű	1004 1. irány nehéz	1004 1. irány könnyű	1004 1. irány nehéz	1004 2. irány könnyű	1004 2. irány nehéz	1004 2. irány könnyű	1004 2. irány nehéz	1107 1. irány könnyű	1107 1. irány nehéz	1107 1. irány könnyű	1107 1. irány nehéz	1107 2. irány könnyű	1107 2. irány nehéz	1107 2. irány könnyű	1107 2. irány nehéz
263	123,0898876	100,8823529	116,7647059	89,54545455	110,9537572	89,72222222	115,5063291	89,52380952								
288,5	124,4897959	90,67567568	98,27014218	85,3258065	111,2621359	91,96969697	106,4619883	88,61702128								
322,5	114,6521739	95,84337349	112,3846154	91,49350649	111,195122	91,17021277	119,0952381	95								
334	124,1131285	100,3723909	121,1244019	89,2	116,971752	90,5	116,7537719	92,27011494								
336,5	106,8390805	94,38461538	114,047619	88,89830508	109,5366795	89,32750137	114,8989315	89,33959279								
346,5	122,1721311	92,56097561	117,0089286	91,73469388	115,8835341	92,69230769	119,7235504	93,14578215								
351,5	118,1446541	98,11688312	117,4553571	90,68627451	114,4957983	84,89247312	117,709568	92,25490196								
356,5	129,8648649	98,58974359	113,75	88,33333333	120,2459016	91	118,1055373	94,43137255								
374,5	118,0612245	97,08791209	117,8047524	91,53983603	113,8546917	87,4671407	118,8679245	88,84615385								
377,5	122,6353146	100,9683239	110,9525985	89,83533663	104,4736842	86,06666667	125,3492063	96,2								
384	123,6781609	100,7142857	118,3976834	88	109,7727273	91,875	119,7348485	93,33333333								
385,5	126,5827338	99,65116279	112,1161447	89,61777864	115,0395257	90,28301887	122,7865613	92,35849057								
388	121,9642857	96,47727273	112,5956284	87,80487805	103,515625	85,38461538	120,3358209	92,70833333								
395	124,2820513	97,5	116,2903226	88,75	117,8679245	90,96153846	115,8162194	92,38340892								
398,5	123,0136986	100,2475248	117,3863422	90,2065648	110,5479452	86,78217822	121,2126246	92,17948718								
404	122,3584906	96,93877551	115,8805031	88,97959184	117,8980892	93,88888889	120,2941176	93,91304348								
405	122,3585366	97,34313725	112,8095238	88,07692308	115,1428571	91,38095238	116,3073456	90,35511969								
409,5	120,8458783	92,75751896	119,5462439	92,81296581	117,4096386	85,64516129	118,0324585	92,53478371								

2.3. ábra Rendelkezésünkre álló sebességi adatbázis(részlet)

2.2. M1 autópálya baleseti és forgalmi elemzése

Az M1 autópálya Magyarország észak-nyugati részén helyezkedik el, Budapest – Hegyeshalom között, majd itt csatlakozik az osztrák A4 autópályához Bécs felé, és egyben a Transzeurópai közlekedési hálózat (továbbiakban TEN-T) törzshálózatához tartozó IV. sz. Helsinki folyosó része. Legforgalmasabb szakaszán (Budapest bevezető szakasz, 17 + 604 és 26 + 692 szelvények között) ~92 000 Ej/nap keresztmetszeti forgalmat bonyolít.

2014. január 1. és 2019. június 30. között 665 személyi sérüléses baleset történt az autópálya teljes hosszán; ebből halálos kimenetelű 41, súlyos sérüléses 217, könnyű sérüléses 407 baleset. A balesetek leggyakoribb típusa 300 esetszámmal utolérési baleset, ebből 208 „Utolérési ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel” (összes esetek 31%-a), illetve az „Utolérési baleset két, vagy több résztvevővel, az egyik megállt” 92 eset (2.4. ábra). Utóbbi torlódásos állapotra utalhat, hiszen más esetben az autópályán nem képzelhető el megállás (kivéve a leállósávon).

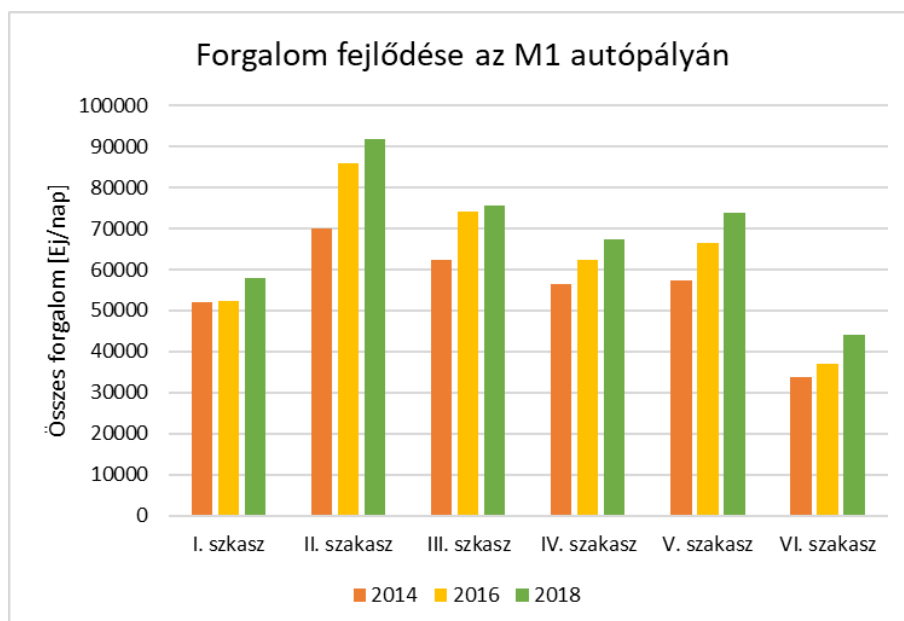


2.4. ábra A leggyakoribb balesettípusok az M1 autópályán (2014 – 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

Az országos tendenciákkal ellentétben az M1 autópályán 2016 óta minimális csökkenés tapasztalható (-2,5 baleset/év) a baleseti esetszámokat tekintve (2.5. ábra), annak ellenére, hogy a forgalom növekedése (átlagosan 2640 Ej/nap évente) jelentős (2.6. ábra).

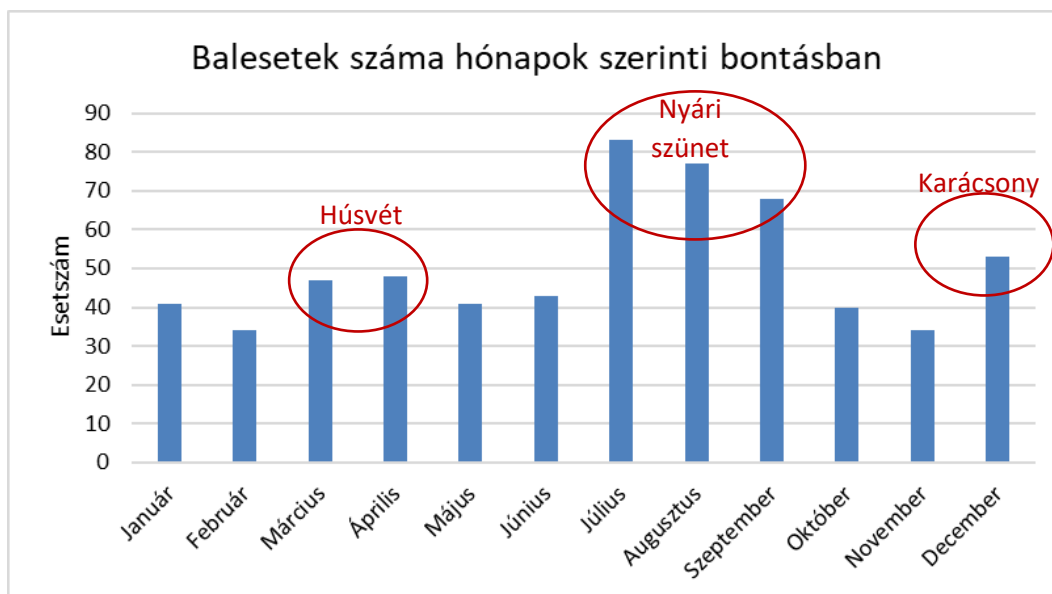


2.5. ábra A balesetek száma évenkénti bontásban az M1 autópályán (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

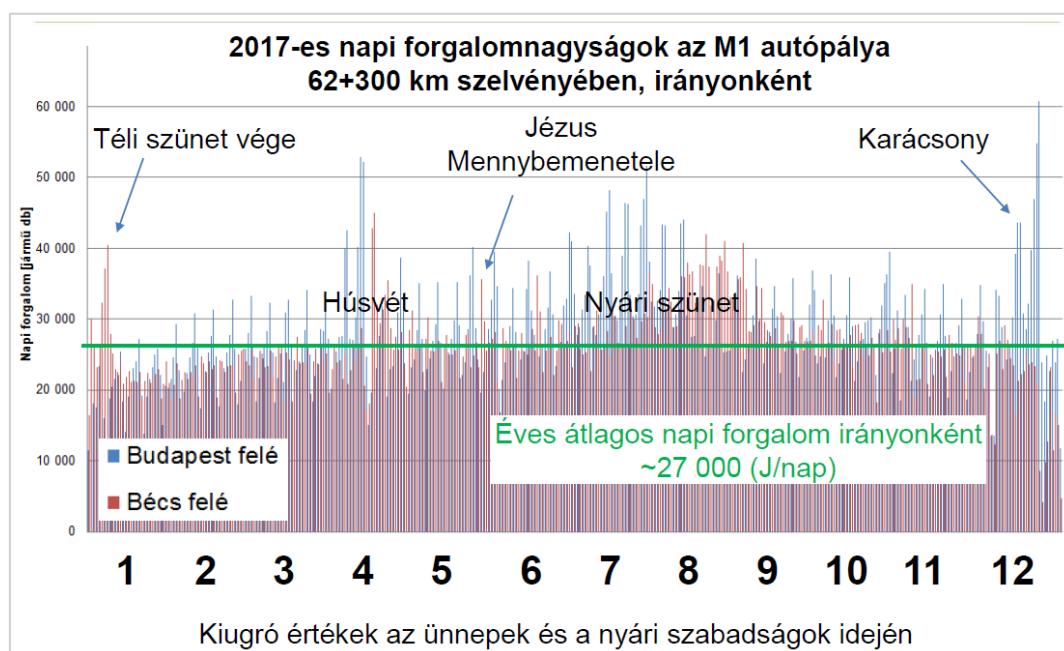


2.6. ábra Forgalom fejlődése az M1 autópályán (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A balesetek száma július, augusztus és szeptember hónapokban a legmagasabb, illetve kiemelkedők a decemberi esetszámok is (2.7. ábra). A 2017. évi forgalomszámlálási adatokból megállapítható (Adámy, 2018), hogy a balesetekhez hasonlóan kiugró értékek láthatók ugyanezekben az időszakokban.

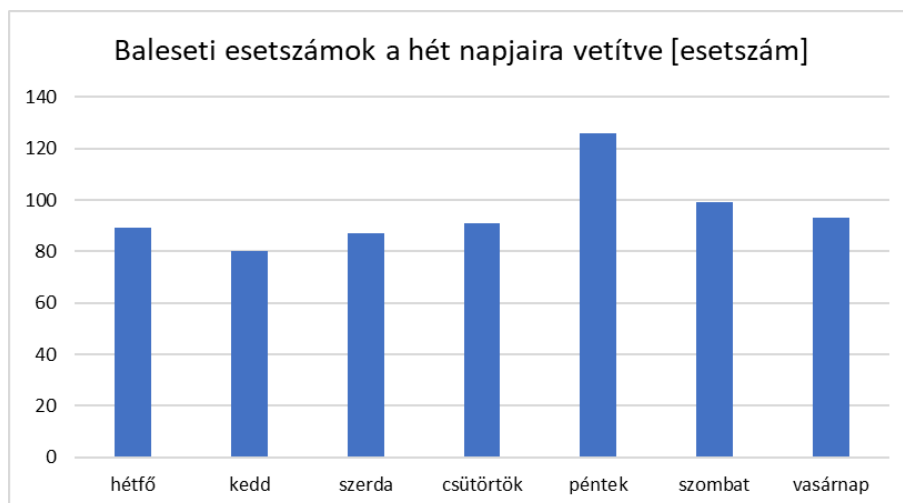


2.7. ábra Balesetek hónapok szerinti bontásban az M1 autópályán (2014 – 2018.)



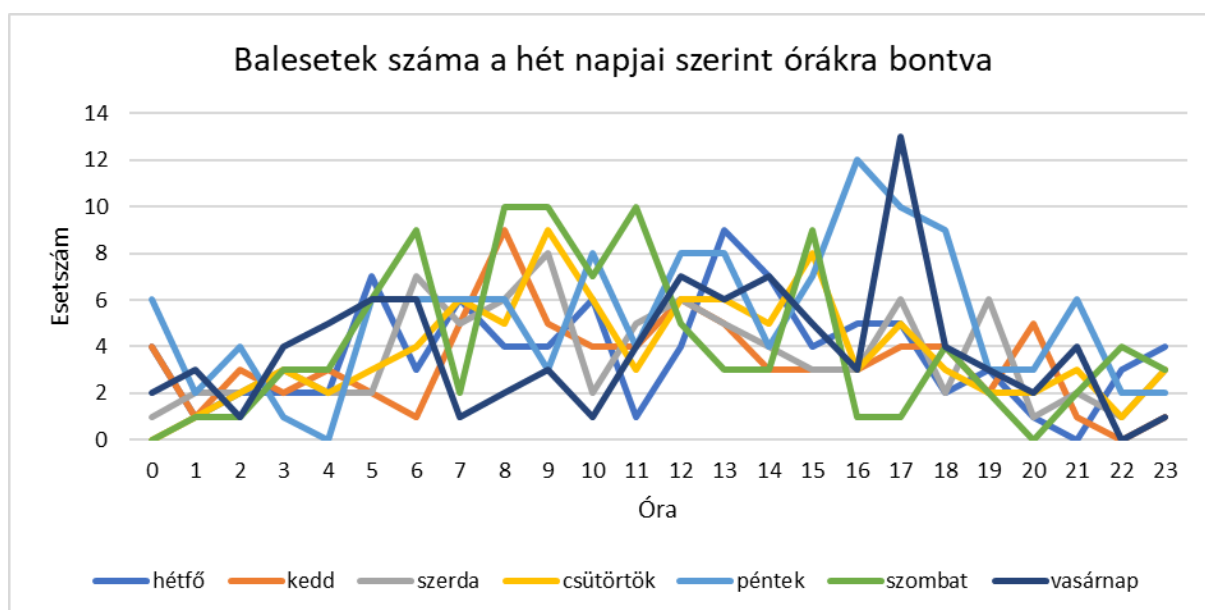
2.8. ábra 2017-es forgalomnagyságok az M1 autópályán 62+300 km szelvényében irányonként (Adámy, 2018)

A balesetek eloszlása a hét napjait tekintve egyenletesnek mondható; kiemelkedő nap a péntek (2.9. ábra).



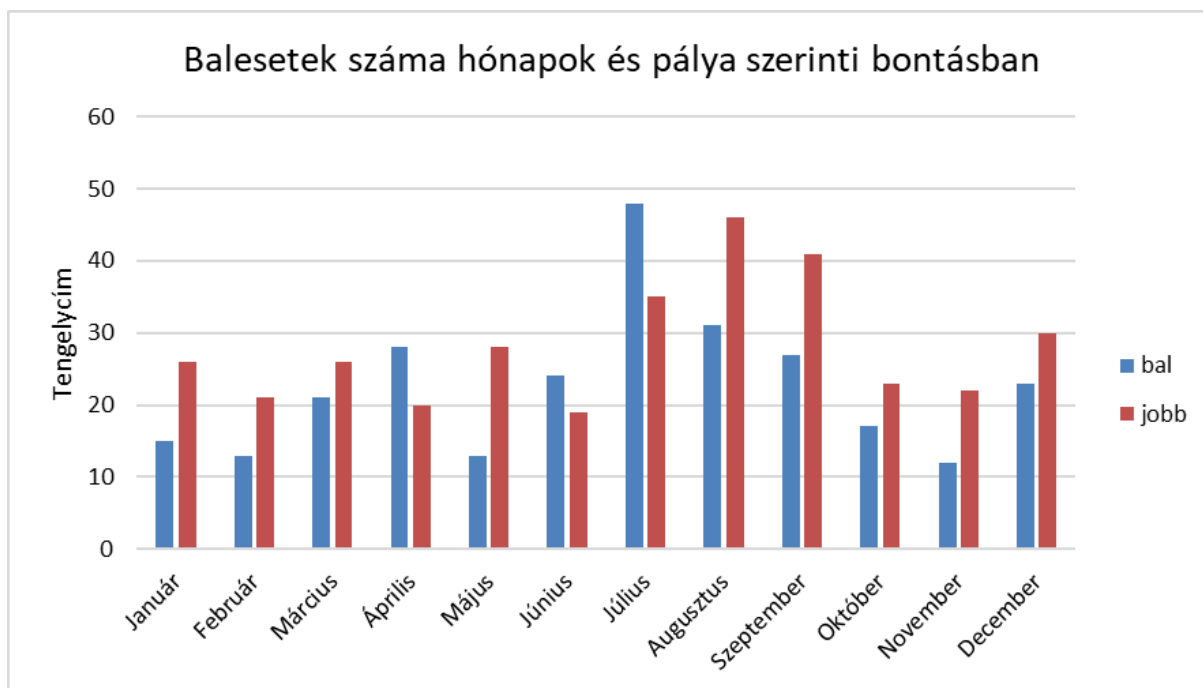
2.9. ábra A baleseti esetszámok a hét napjain az M1 autópályán (2014 - 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A baleseteket részletesebben, órákra lebontva vizsgálva (2.10. ábra) kimutatható, hogy hétvégén - pénteken és vasárnap - tapasztalható csúcsosodás a délutáni órákban, másrészt a hét minden napján, a reggeli óráktól kora estig egyenletesen oszlik el a balesetek száma.



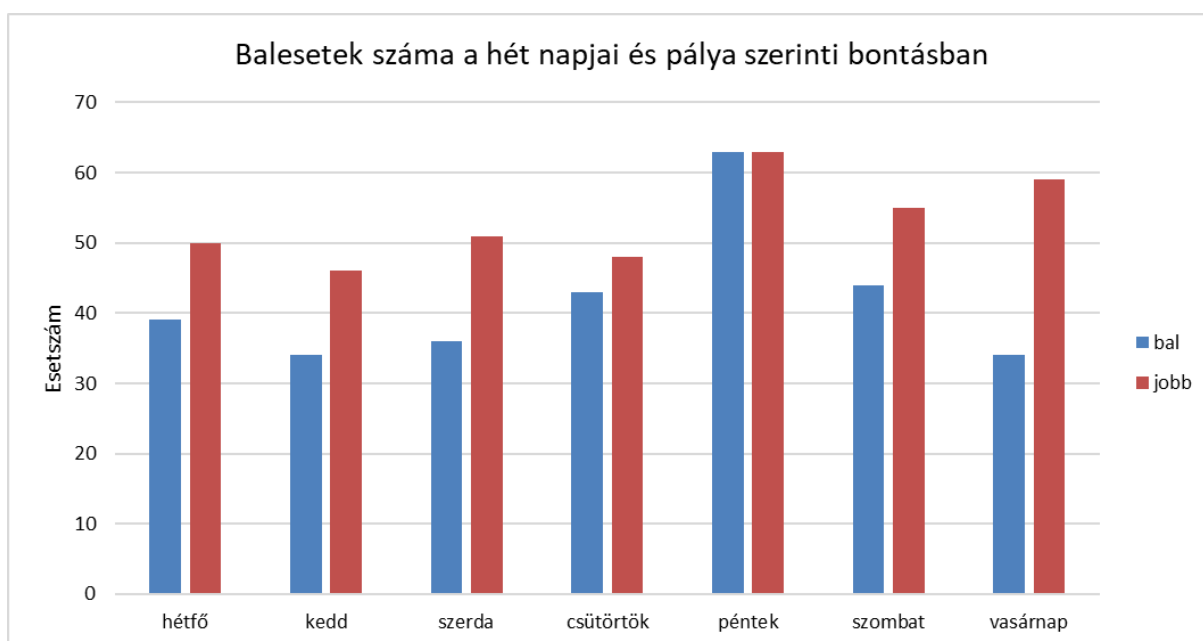
2.10. ábra A baleseti esetszámok a hét napjain órára lebontva az M1 autópályán (2014 - 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A balesetek eloszlása az útpályák között is eltérést mutat. Havi bontású adatelemzés alapján általános törvényszerűségként megfogalmazható, hogy az országhatár felé tartó oldalon több a baleset; ez alól kivételt jelent április, június és július is (húsvét, nyári szabadságolások).



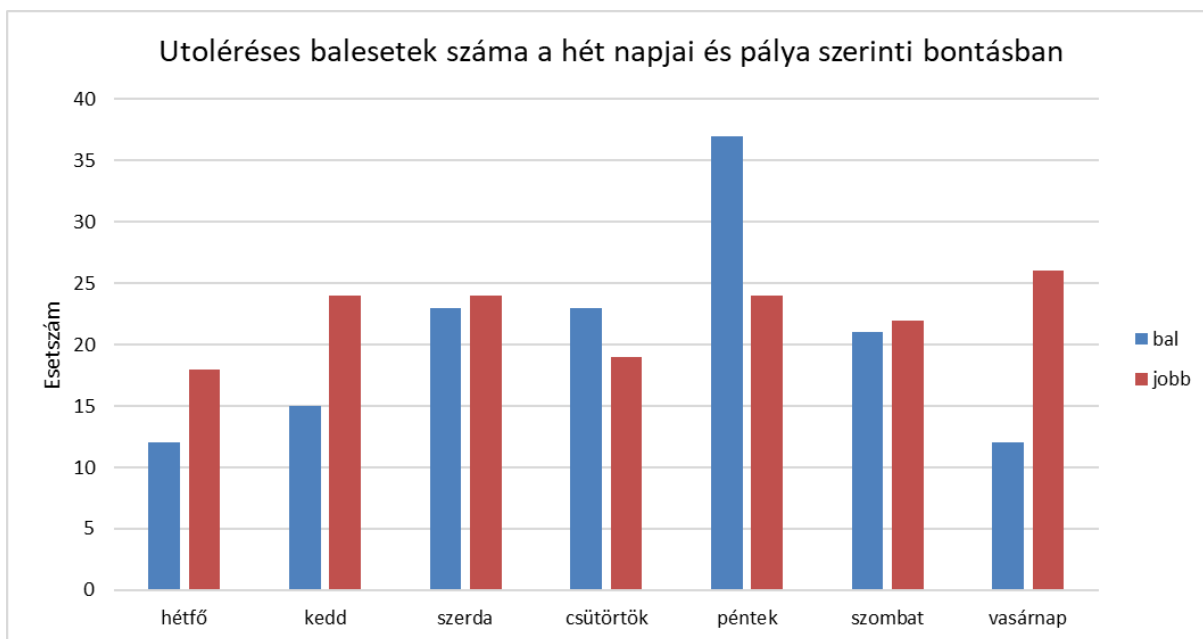
2.11. ábra Balesetek száma hónapokra lebontva az M1 autópályán útpályákra lebontva (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A hét napjait vizsgálva (2.12. ábra) kimutatható, hogy az országhatár felé történik több baleset, mely szabályszerűség alól kivétel a pénteki nap.



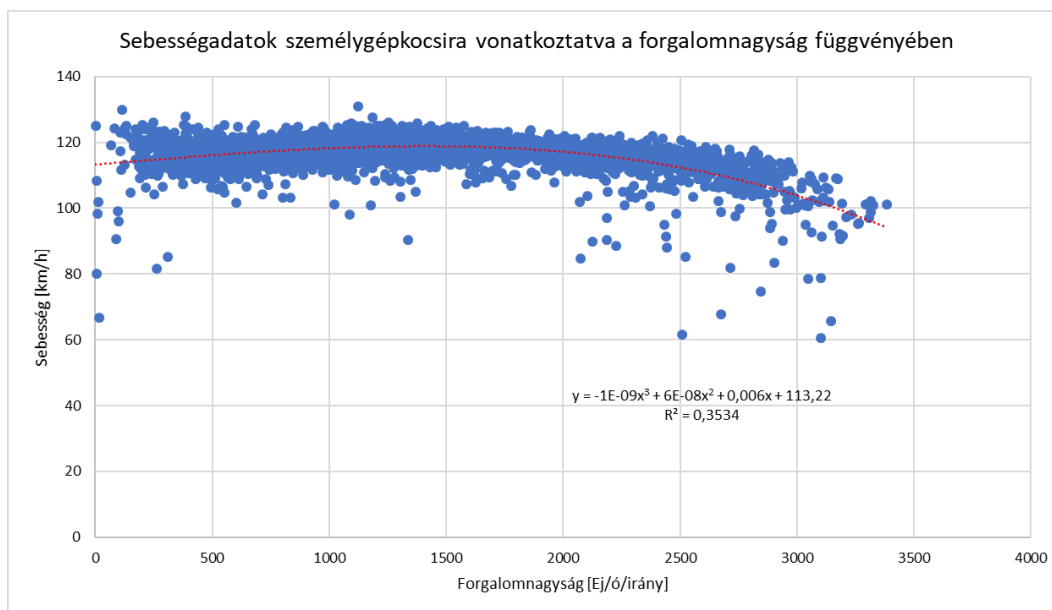
2.12. ábra Balesetek száma a hét napjaira lebontva az M1 autópályán útpályákra lebontva (2014 - 2018. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A hét napjai szerinti és irányonkénti elemzést az utoléréses balesetekre vonatkoztatva megállapítható, hogy lényeges kiugrások tapasztalhatók a következők szerint: csütörtökön, de legfőképpen pénteken a Főváros, vasárnap pedig az országhatár felé.

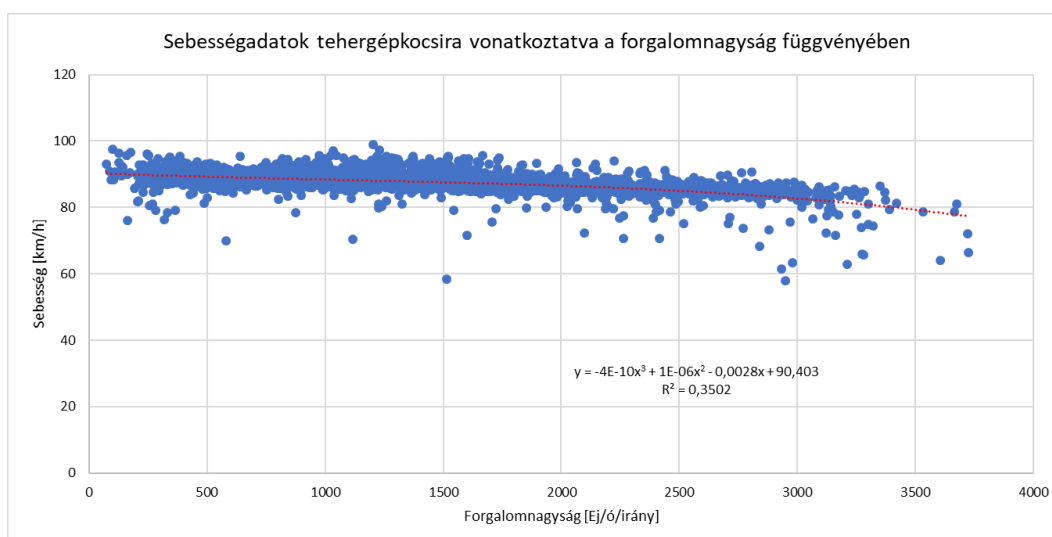


2.13. ábra Balesetek száma a hét napjaira lebontva az M1 autópályán útpályákra lebontva (2014 – 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A megfigyelt két mérőállomás sebességi adatai alapján személygépjárműre és tehergépjárműre mindkét irányra külön-külön álltak rendelkezésre az átlagsebességi és a forgalomnagyság adatok. A sebesség és a forgalomnagyság közötti összefüggés meghatározására mért sebességadatok halmazára trendvonalat illesztettünk. Mivel a vizsgált két járműkategória (személygépkocsi és tehergépkocsi) sebesség eloszlása nem mutatott azonos eloszlást, így a függvénykapcsolatot járműkategóriánként határoztuk meg. A mért átlagsebességek változását a harmadfokú polinommal írtuk le, mivel a vizsgált függvények közül ez mutatta a legjobb illeszkedést. A két járműkategória trendelemzését az alábbi két ábra (2.14. ábra, 2.15. ábra) szemlélteti.

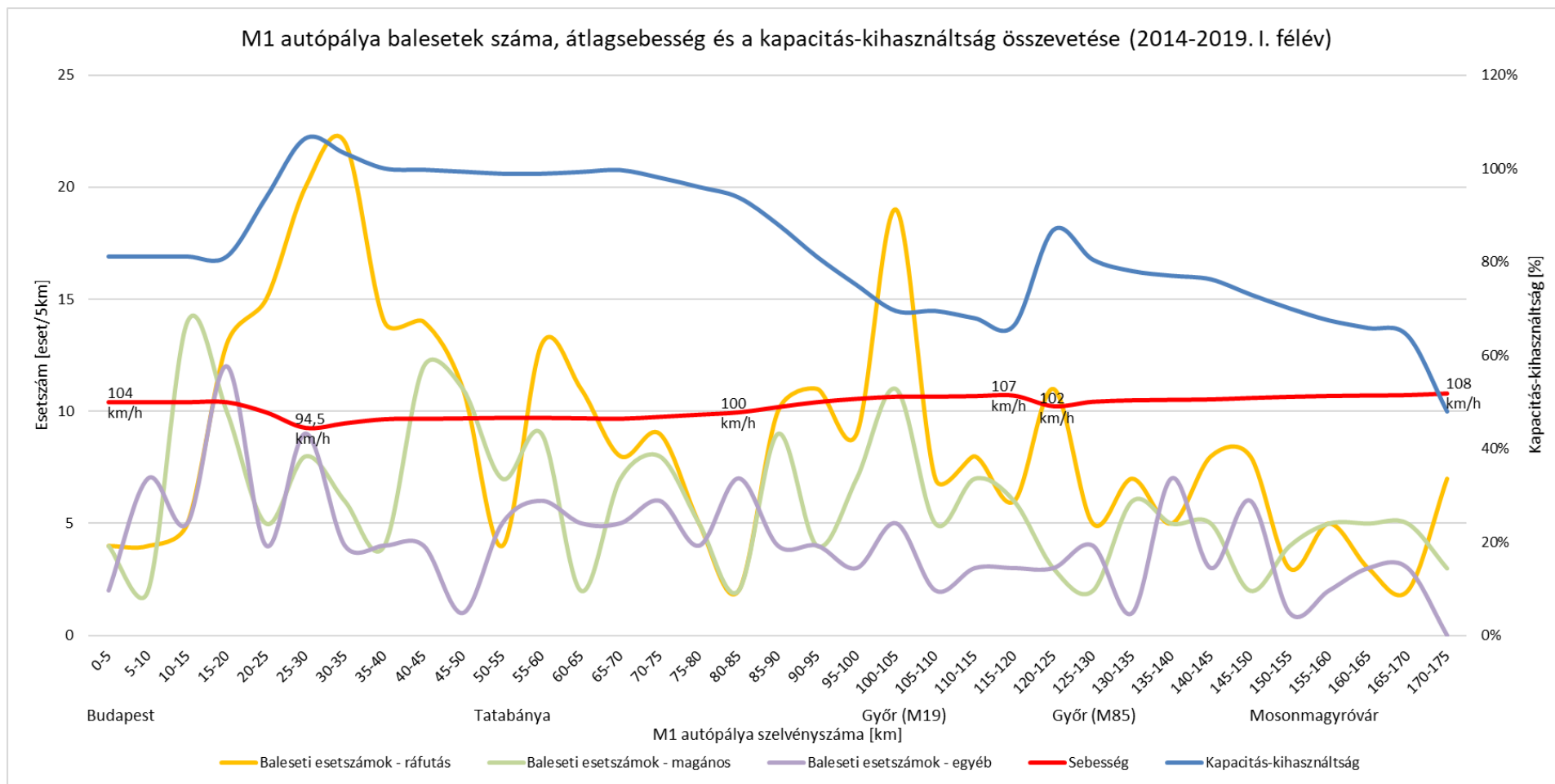


2.14. ábra Függvény illesztés a sebesség és a forgalomnagyság között (szgk)
 (adatbázis alapján saját szerkesztés)



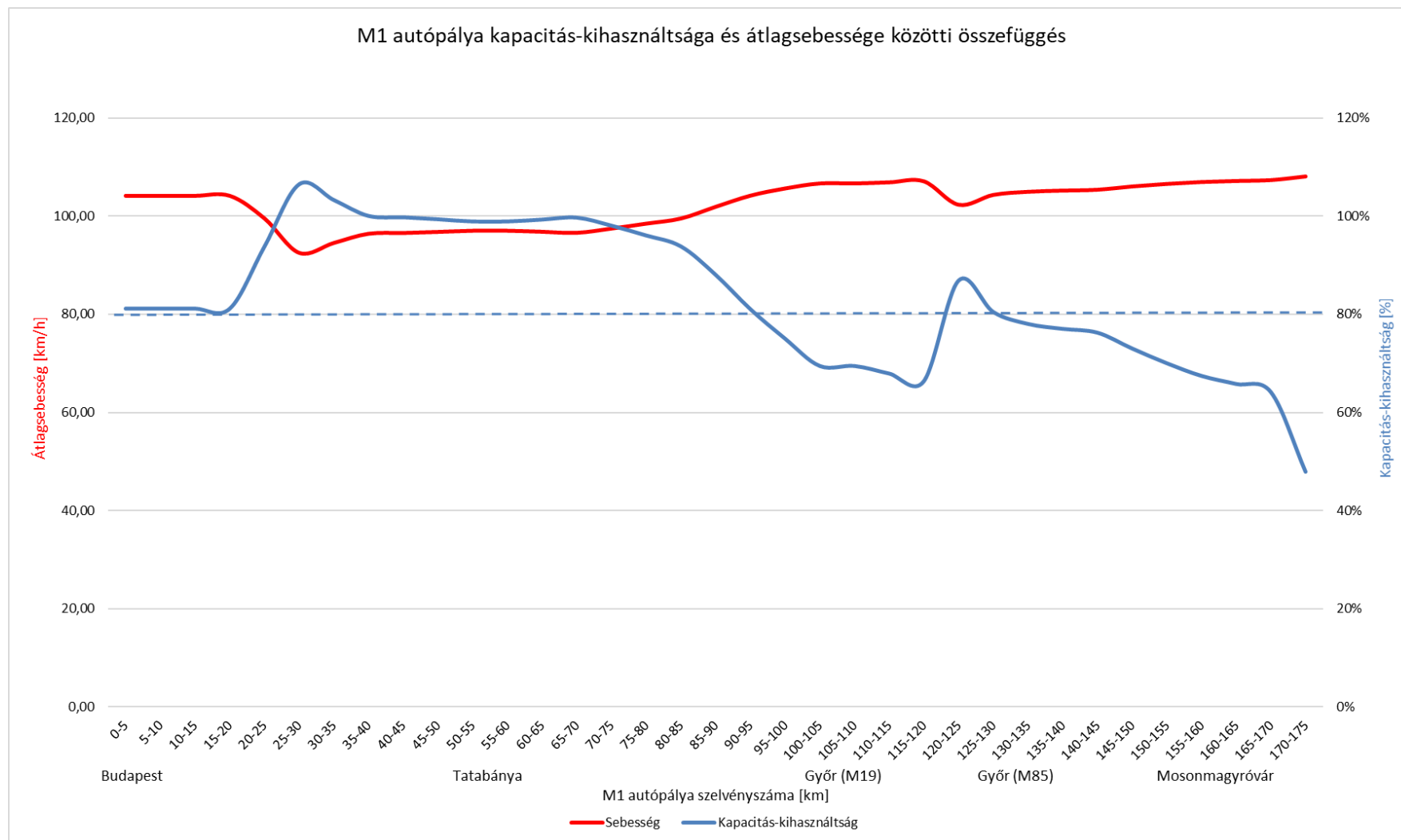
2.15. ábra Függvény illesztés a sebesség és a forgalomnagyság között (tgk)
 (adatbázis alapján saját szerkesztés)

Egy járműkategóriára összesen négy (két mérőpont és két irány alapján) függvénykapcsolatot tudtunk meghatározni a sebesség és a forgalomnagyság között. Ezen polinomok átlagát tekintettük az adott járműkategóriára vonatkoztatható átlagsebességnek. Az autópályák egyes szelvényeiben jellemző átlagsebességet a kapott összefüggések alapján jármű kategóriákkal súlyozva állapítottuk meg. Továbbiakban ezekkel a sebesség értékekkel számoltunk. A baleseti adatokban típus szerint három kategóriát különböztettünk meg: ráfutásos, magános (csak egy járművet érintő) és egyéb (sávváltás okozta, elalvás, szemben haladó jármű stb.) baleset. Egy diagramon ábrázoltuk az autópályára jellemző baleseti esetszámokat, forgalomnagyságot és a kapacitás-kihasználtságot.



2.16. ábra

A balesetek száma, az átlagsebesség és a kapacitás-kihasználtság összevetése az M1 autópályán (2014 – 2019. I. félév)
 (adatbázis alapján saját szerkesztés)



2.17. ábra

A kapacitás-kihasználtság és a sebesség közötti összefüggés az M1 autópályán
(származtatott értékek alapján saját szerkesztés)

A 2.16. ábra mutatja meg az átlagsebesség, a kapacitás-kihasználtság és a baleseti esetszámok közötti összefüggést. A diagramról leolvasható, hogy azokon a szakaszokon, ahol a kapacitás-kihasználtság nagy meredekséggel emelkedik 80% vagy akár 100% fölé a ráfutásos baleseti esetszámok is megnőnek (~15-30 km között – Budapest elővárosa az M1-M7 autópálya közös szakaszának szétválás, illetve M0/1. sz. főút felhajtó után, illetve ~120-130 km között Győr elkerülő szakasz – Győr – Szabadhegy felhajtó utáni szakasz, amely magában foglalja Győr – Ménfőcsanak és M85 felhajtókat). Szintén ezen a két szakaszon megállapítható, míg a ráfutásos balesetek emelkedő tendenciát mutatnak, addig a vizsgált másik két baleseti típus az átlagos érték körül szóródik. Ezeken a szakaszokon az is leolvasható, hogy az átlagsebességi értékek változó mértékben visszaesnek.

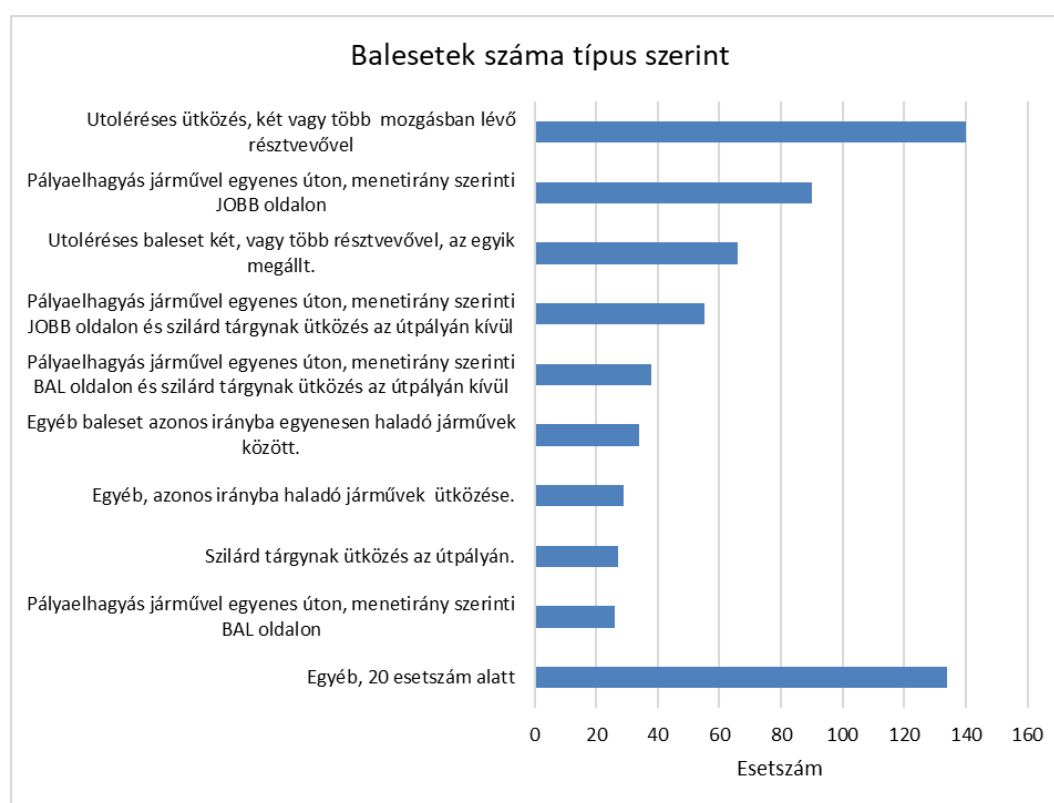
Teljes vizsgált szakaszra vonatkozóan megállapítható, hogy az egyéb balesetek esetszáma és a sebesség, illetve a kapacitás-kihasználtság között egyértelmű kapcsolat nem állapítható meg; bár a számuk a forgalom nagyságát követve nő vagy csökken.

A 2.17. ábra részletesebben mutatja a kapacitás-kihasználtság és a sebesség viszonyát. Látható, hogy amint a kapacitás eléri a 80%-ot, a sebesség hirtelen visszaesik, és a kapacitás-kihasználtság növekedésének függvényében az átlagsebesség csökken. Amennyiben a 80% kapacitás-kihasználtsági érték alatt történik forgalomnagyságingadozás (akár 10-15%), az az átlagsebesség értékére nincs hatással.

2.3. M3 autópálya baleseti és forgalmi elemzése

Az M3 autópálya Magyarország észak-keleti részén helyezkedik el Budapest - Vásárosnamény között, és szintén része TEN-T törzshálózatba tartozó V. közlekedési folyosónak; ezért fontos tranzitszerepet tölt be. Legforgalmasabb szakaszán (Budapest bevezető szakasz, 10 + 120 és 13 + 404 szelvények között) közel 90 000 Ej/nap forgalmat bonyolít.

2014. január 1. és 2019. június 30. között 639 személyi sérüléses baleset történt az autópálya teljes hosszán, ebből halálos kimenetelű 41, súlyos sérüléses 193, könnyű sérüléses 405 baleset. A balesetek egyik leggyakoribb típusa - az M1 autópályához hasonlóan - 206 esetszámmal az utoléréses baleset, melyből 140 „Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel” (összes esetek 22%-a), illetve az „Utoléréses baleset két, vagy több résztvevővel, az egyik megállt” 66 eset. Kiemelkedő a pályaelhagyásos balesetek száma is, 209 eset.



2.18. ábra

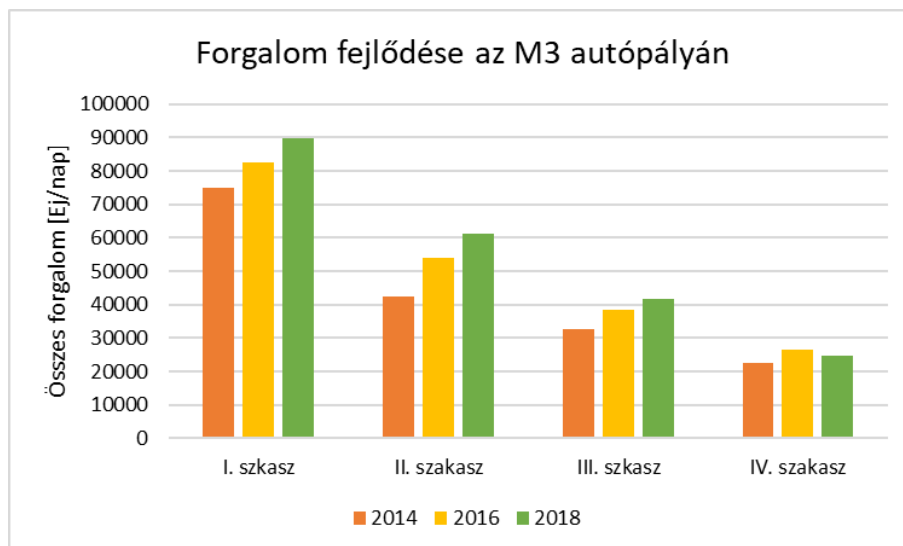
A leggyakoribb balesettípusok az M3 autópályán (2014 – 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A balesetek száma - az M1 autópályával ellentétben - 2014 óta folyamatos és nagymértékű növekedést mutat (2018-ben a 2014-es adatok közel duplája), ahogyan a forgalom növekedése is (2270 Ej/nap évente). A forgalmi adatokból (ld, 2.20. ábra)

kitűnik, hogy – bár mindkét autópálya forgalma folyamatosan növekszik – az M3 autópálya még csak a budapesti bevezető szakaszán kapacitáshiányos. Az M1 autópályán a valós forgalom viszont már több ponton is az elméleti kapacitásértéket meghaladó, 100% fölött van, amely sebességcsökkenést von maga után, s feltételezhető, hogy a baleseti esetszámok az alacsonyabb sebesség miatt csökkennek.



2.19. ábra A balesetek száma évenkénti bontásban az M3 autópályán (2014 - 2018.)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)



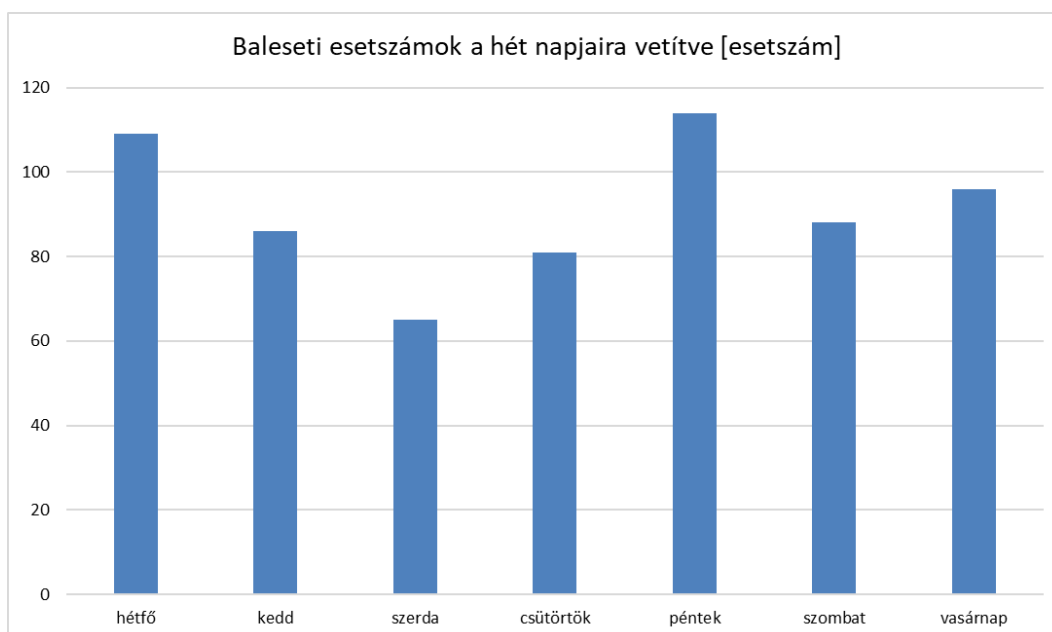
2.20. ábra Forgalom fejlődése az M3 autópályán (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A balesetek hónapok szerinti eloszlását tekintve a legtöbb baleset júliusban történik, de a májustól augusztus végéig tartó időszak egyébként is kiemelkedik a többi hónap közül (nyári szünet).

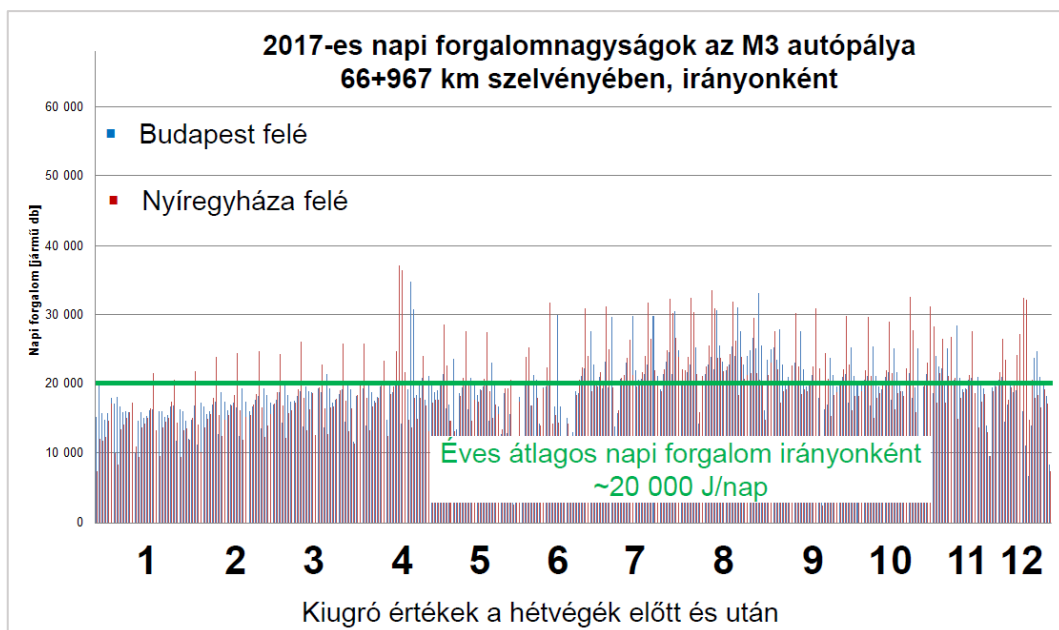


2.21. ábra Balesetek hónapok szerinti bontásban az M3 autópályán (2014. - 2018.)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

Ha a balesetek eloszlását naptípus szerint vizsgáljuk, akkor az látható, hogy a hétfői, de legfőképpen a pénteki nap a kiemelkedő balesetek szempontjából (2.22. ábra). A forgalmi adatokat az elemzésbe bevonva (2.23. ábra) ugyanez tapasztalható: a kiugró forgalmi értékek a hétvégék előtt és után tapasztalhatók (Adámy, 2018).

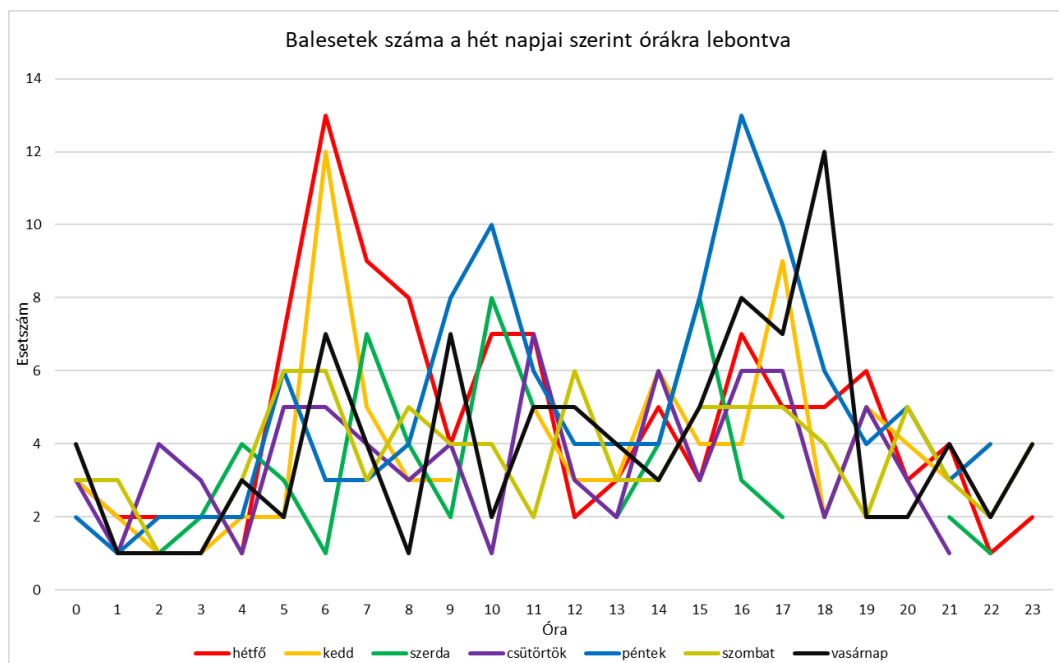


2.22. ábra A baleseti esetszámok a hét napjain az M3 autópályán (2014 - 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)



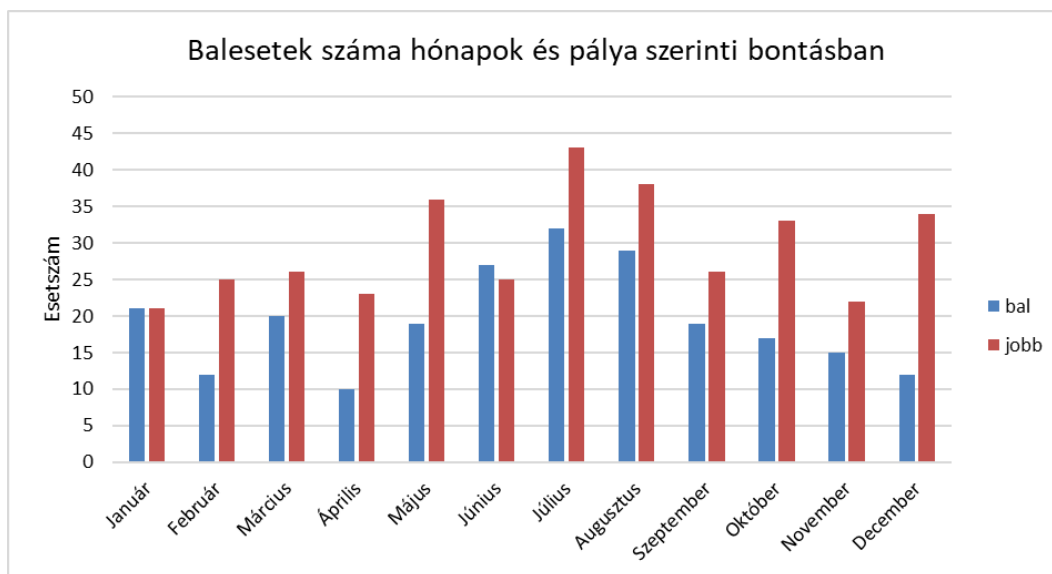
2.23. ábra 2017-es forgalomnagyságok az M3 autópályán 66+967 km szelvényében irányonként (Adámy, 2018)

Órák szerinti bontásban ábrázolva meghatározható a reggeli és délutáni csúcsidő (6-10 és 16-18), viszont ez naponként eltérő (2.24. ábra). Míg hétfőn a reggeli órákban láthatunk csúcspontot, addig pénteken és vasárnap ez inkább a délutáni órákra jellemző. Az ábrán szemléletesen bemutatatható, hogy a hét elején inkább a délelőtti, a hét végén inkább a délutáni órákban több a baleset.



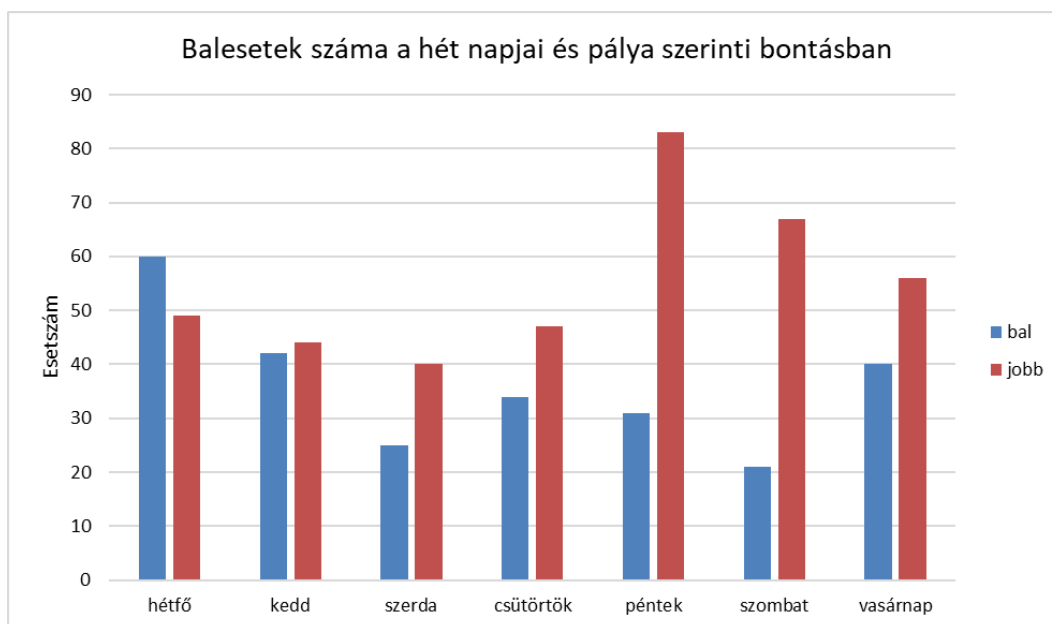
2.24. ábra Balesetek száma a hét napjai és órák szerinti bontásban az M3 autópályán (2014 - 2019. I. félév) (adatbázis alapján saját szerkesztés)

Ha a balesetek számát irány szerint is megvizsgáljuk, akkor az látható, hogy az év elejét leszámítva jelentősen magasabbak a Budapestre kiinduló oldal felőliek.

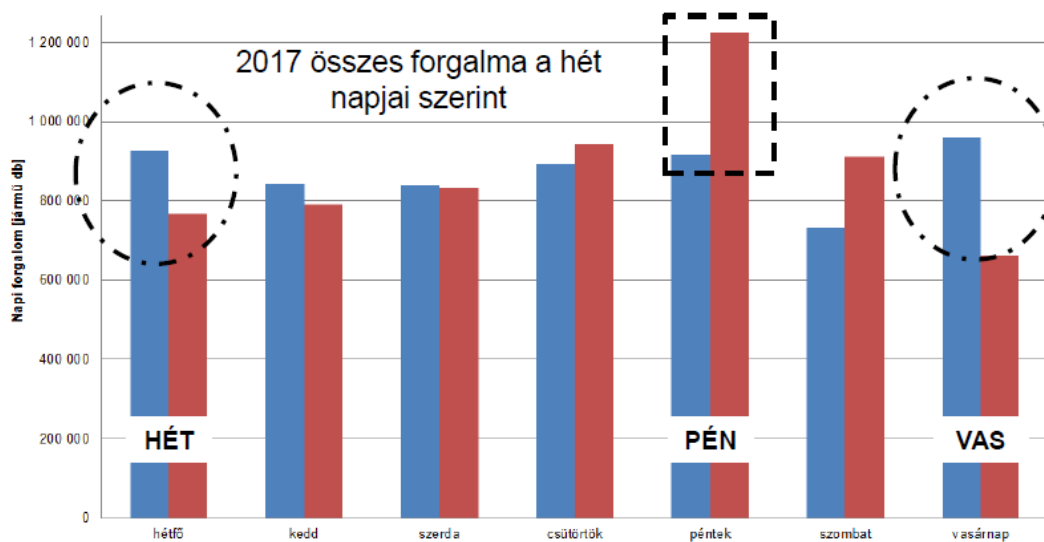


2.25. ábra Balesetek hónapok szerinti bontásában az M3 autópályán (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

Ha a hét napjai szerint vizsgáljuk a pálya irány szerinti felosztását, akkor megállapítható, hogy a hét végén kiemelkedők a Fővárosból kiinduló oldal balesetei. A hét elején a Budapest felé tartó oldalon tapasztalható magasabb balesetszám. A balesetszám részben korrelál a forgalmakkal (2.27. ábra), de a vasárnapi adatokból az látható, hogy míg jelentősebb forgalom halad a Főváros felé, addig balesetek száma a jobb pályán magasabb.

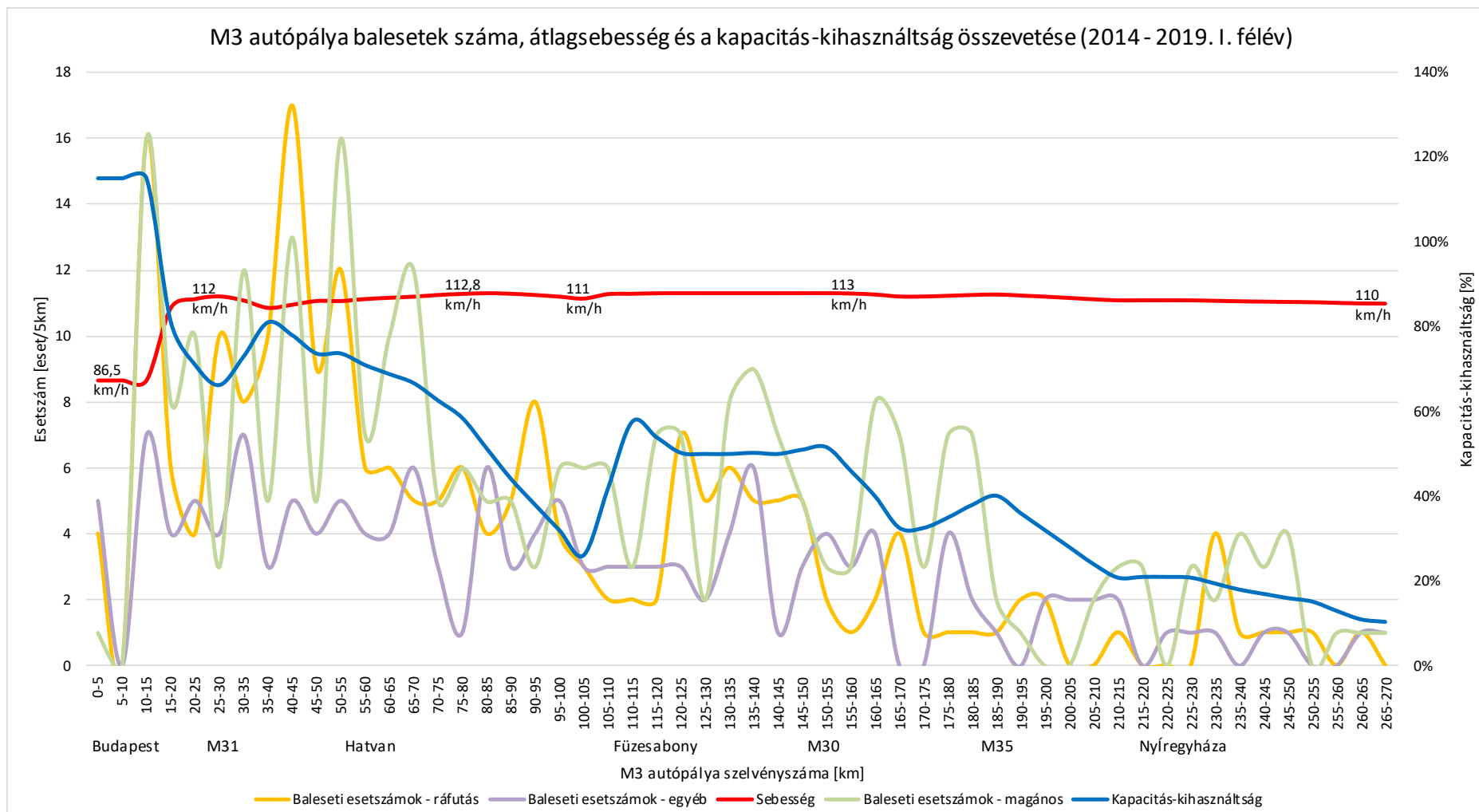


2.26. ábra Balesetek hónapok és pálya szerinti bontásában az M3 autópályán (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)



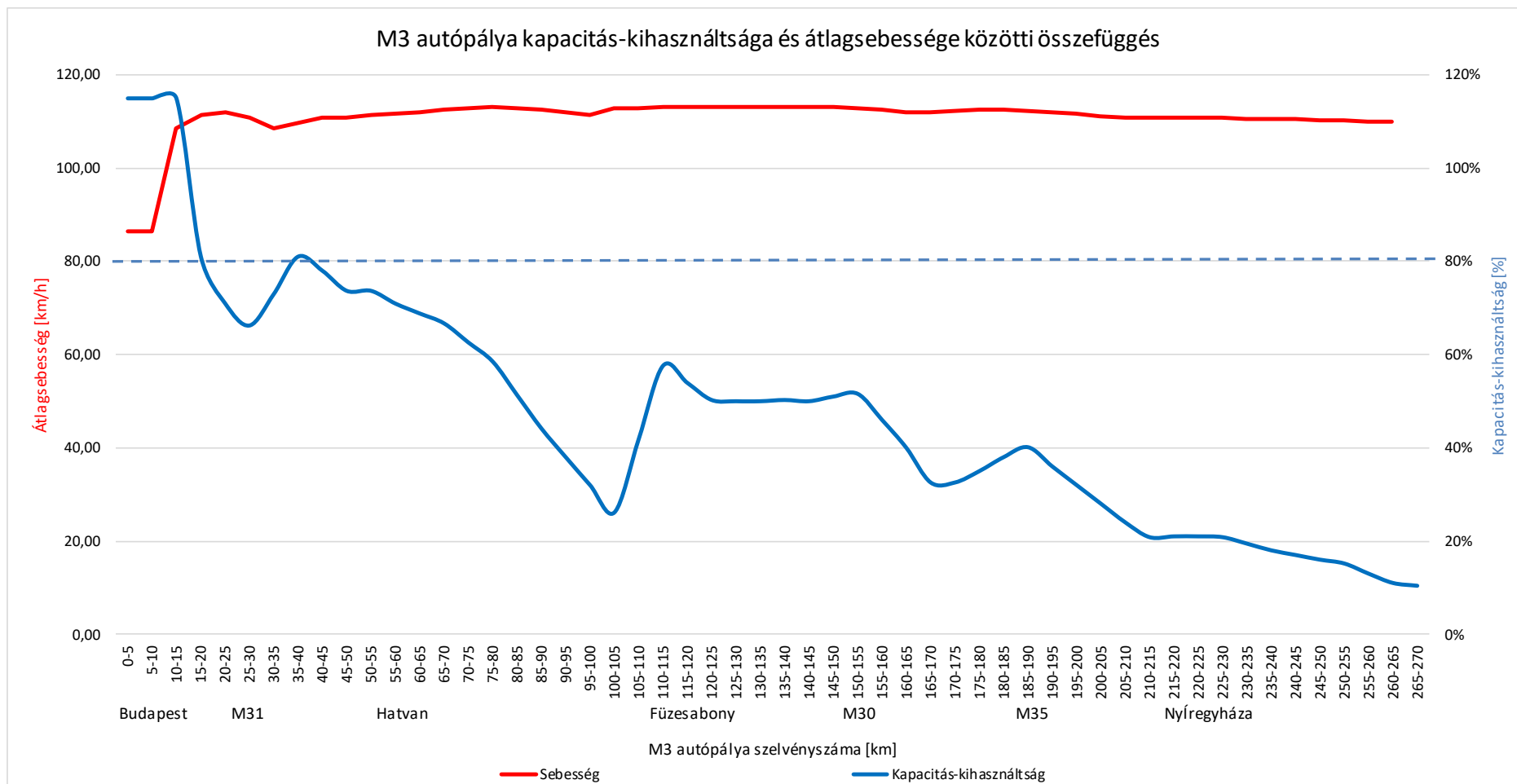
2.27. ábra 2017-es forgalomnagyságok a hét napjaira vetítve az M3 autópálya 66+967 km szelvényében irányonként (Adámy, 2018)

Az M1 autópályánál ismertetett módszer szerint egy diagramon ábrázoltuk a baleseti esetszámokat, az átlagsebességet és a kapacitás-kihasználtságot.



2.28. ábra

A balesetek száma, az átlagsebesség és a kapacitás-kihasználtság összevetése az M3 autópályán (2014 – 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)



2.29. ábra

A kapacitás-kihasználtság és a sebesség közötti összefüggés az M3 autópályán
(származtatott értékek alapján saját szerkesztés)

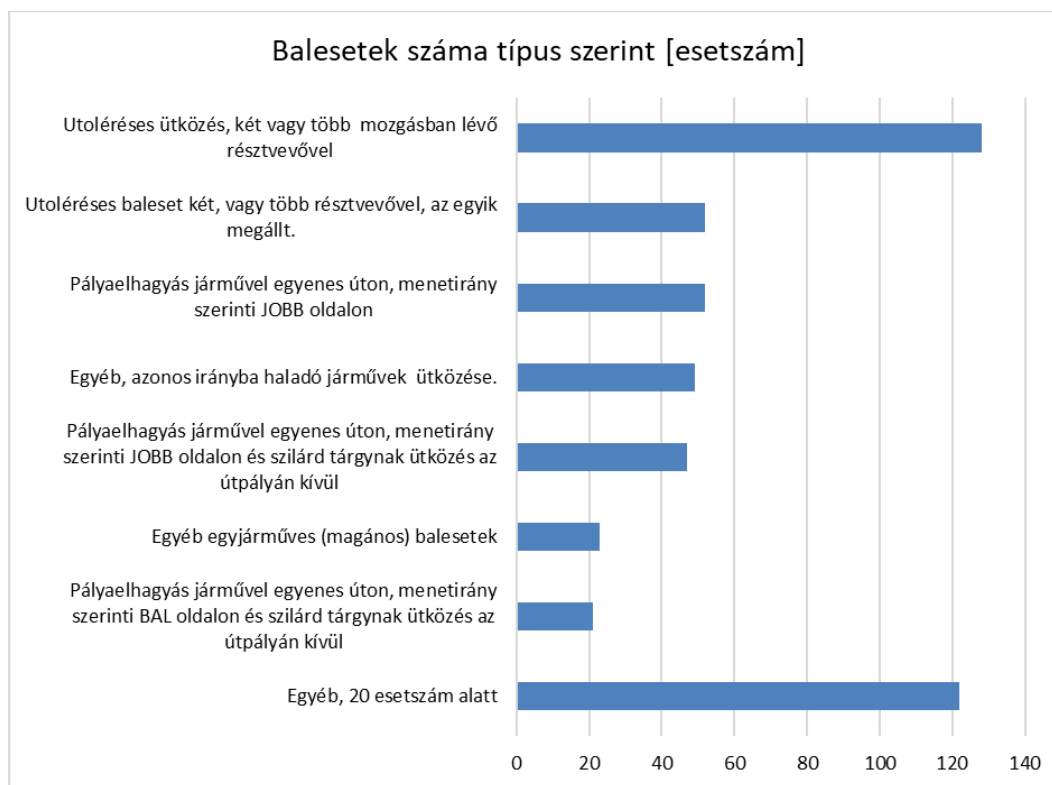
A 2.28. ábra és 2.29. ábra hasonló összefüggéseket mutat, mint amit az M1 autópályánál tapasztaltunk. Kimutatható a ráfutásos balesetek számának megugrása azon szakaszokon, ahol a kapacitás-kihasználtsági érték átlagosan 80% feletti. A kiemelkedő baleseti érték egyértelműen leolvasható Budapesten belüli szakaszon (0-20 km között), illetve az agglomerációban, az M31-es autópálya becsatlakozása utáni szakaszokon (30-40 km között). A ráfutásos baleseti esetszámok szintén növekvő trendet mutatnak egy, a 110 km és 150 km között tapasztalható kihasználtság érték növekedés esetén; azonban itt a ráfutásos esetek átlagértéke nem tér el a többi típusú esettől, csak trendjében követi a kapacitás-kihasználtságot. Továbbá leolvasható az ábráról, hogy a magános balesetek a stabil sebességek mellett gyakoriak.

A sebesség és kapacitás-kihasználtság között szintén hasonló összefüggés mutatható ki, mint az M1 autópályán: 80%-os kapacitáskihasználtság fölött az átlagsebesség a kapacitás-kihasználtsággal fordítottan arányos. Az összefüggés legerősebben a budapesti, illetve az agglomerációs szakaszra jellemző. A kapacitás ingadozása 80% alatt már nincs hatással a sebességre. A megállapítást alátámasztja a 105 km és a 120 km közötti szakasz elemzése, ahol a kapacitás-kihasználtsági érték mintegy 40%-ot változik, de az átlagsebesség csupán 1-2 km/h változást mutat.

2.1. M7 autópálya baleseti és forgalmi elemzése

Az M7 autópálya Magyarország dél-nyugati részén helyezkedik el Budapest és Letenye között; szintén részét képezi az V. sz. helsinki közlekedési folyosónak, ezért hasonlóan a többi autópályához fontos tranzitszerepet is betölt. Legforgalmasabb szakaszán (Budapest bevezető szakasz, 7 + 681 –és 9 + 298 szelvények között) ~123 000 Ej/nap forgalmat bonyolít.

2014. január 1. és 2019. június 30. között 494 személyi sérüléses baleset történt az autópálya teljes hosszán; ebből halálos kimenetelű 27, súlyos sérüléses 124, könnyű sérüléses 343 baleset. A balesetek egyik leggyakoribb típusa az M1 és M3 autópályákhoz hasonlóan 180 esetszámmal az utoléréses baleset, melyből 128 „Utoléréses ütközés, két vagy több mozgásban lévő résztvevővel” (összes esetek 36%-a), illetve az „Utoléréses baleset két, vagy több résztvevővel, az egyik megállt” 52 eset.

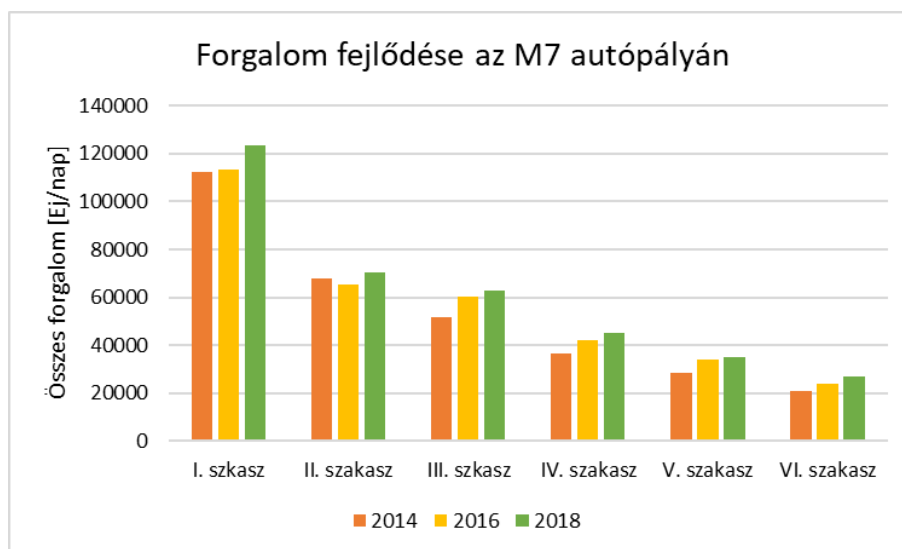


2.30. ábra A leggyakoribb balesettípusok az M7 autópályán (2014 – 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A balesetek száma 2016 óta csökkenő tendenciát mutat, de a forgalom növekedése sem olyan jelentős, mint az eddig vizsgált autópályákon. A forgalmi adatok mellett azt is figyelembe kell venni, hogy az M0 déli szektorának átépítése körülbelül 2 éve zajlik, építés alatt volt a 710. sz. főút csomópontja és folyamatosan, lokális, jellemzően 80-100 km/h-s sebességcsökkentéssel járó burkolatjavítások történtek, amelyek kihatottak az M7 autópálya forgalmára is.



2.31. ábra A balesetek száma évenkénti bontásban az M7 autópályán (2014. 01. 01. - 2018. 12. 31.)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

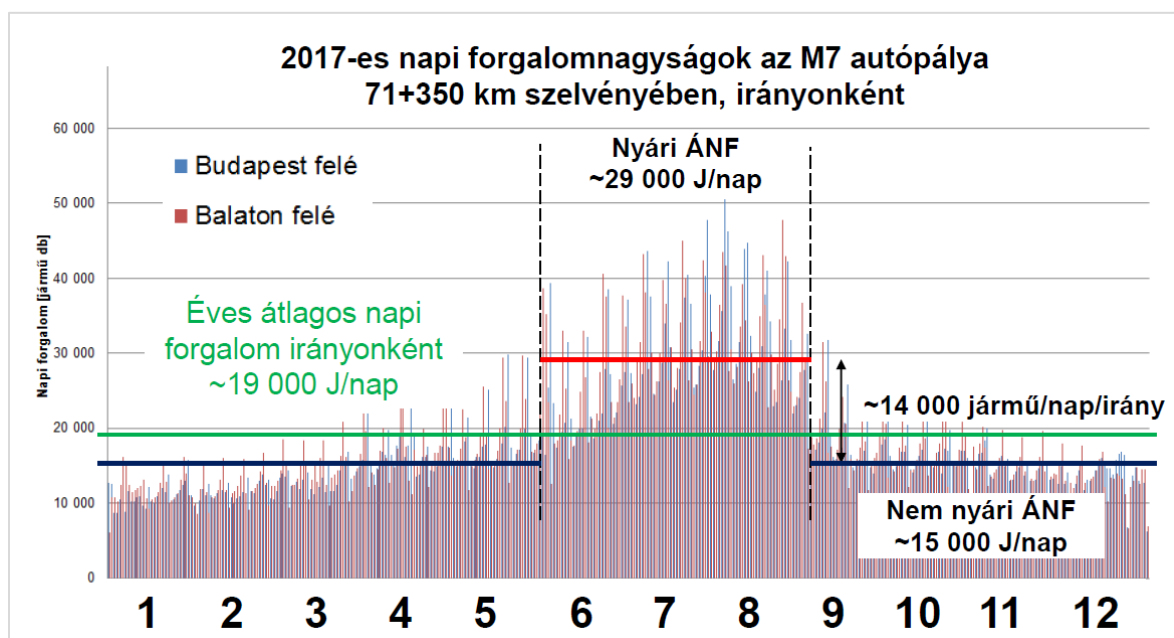


2.32. ábra Forgalom fejlődése az M7 autópályán
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A balesetek száma kiemelkedő a nyári szabadságolások (nyári szünet) idején, mely leginkább a Balaton felé tartó forgalmat jelenti (2.37. ábra). A baleseti száma a forgalmi adatokkal is korrelál; a nyári időszakban az évi átlagos napi forgalom másfélszerese mérhető.

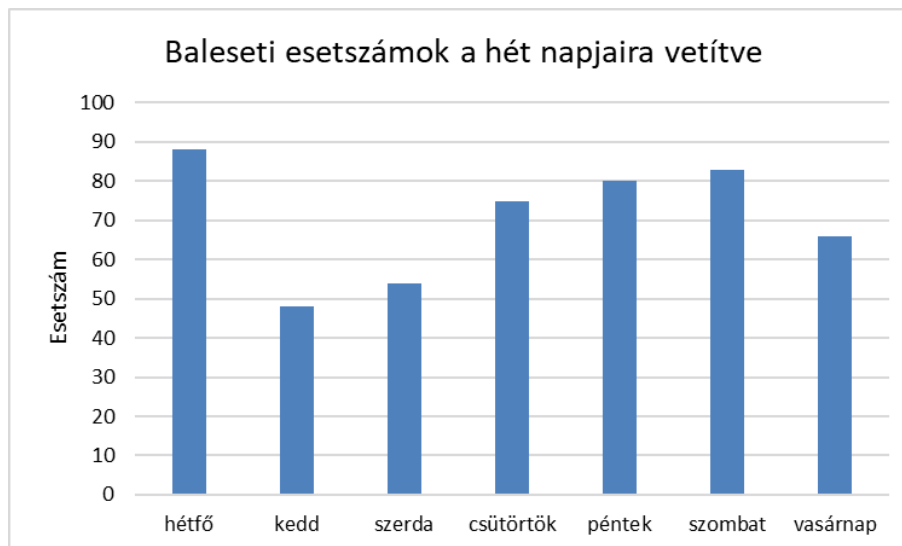


2.33. ábra Balesetek hónapok szerinti bontásban az M7 autópályán (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)



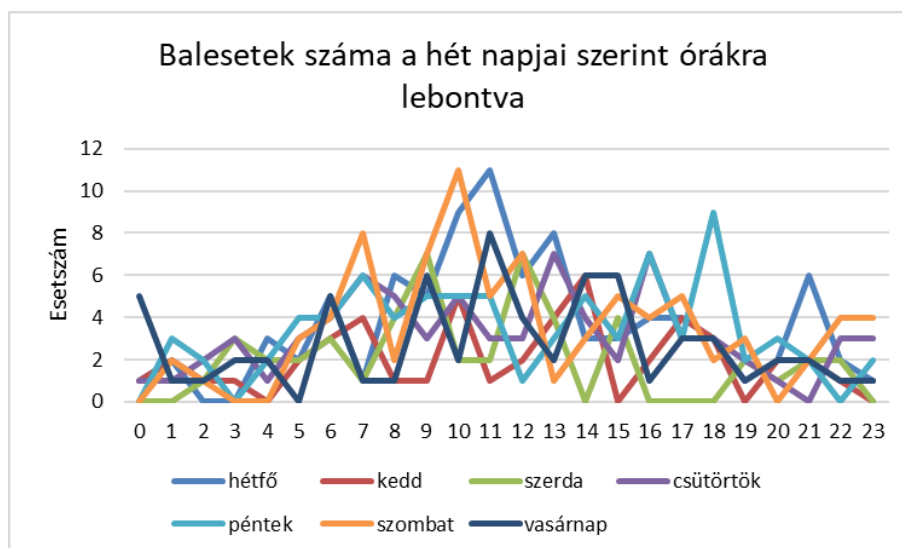
2.34. ábra 2017-es forgalom nagyságok az M7 autópályán 71+350 km szelvényében irányonként (Adámy, 2018)

A baleseti esetszámok magasabbak a hét vége felé, de a napi maximális átlag a hét elején, hétfőn mérhető.



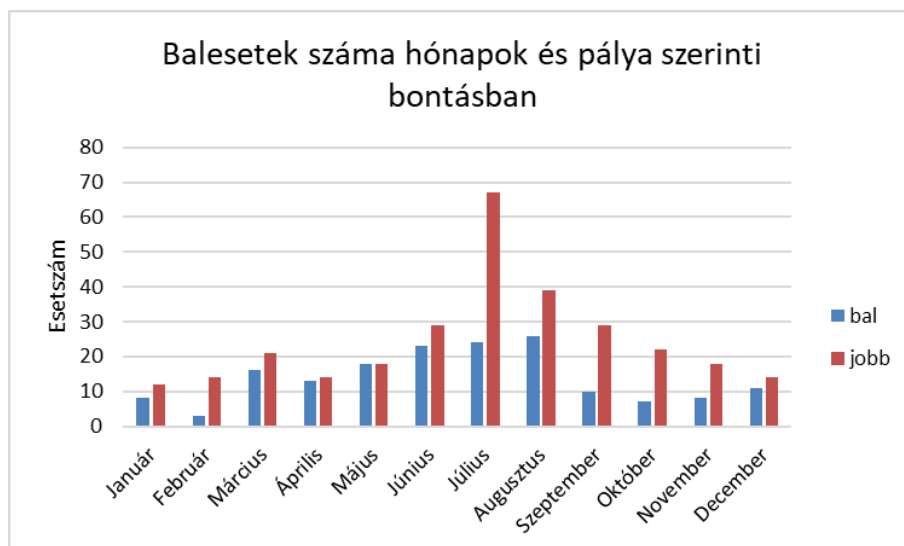
2.35. ábra A baleseti esetszámok a hét napjain az M7 autópályán (2014 - 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

Ha órákra bontva vizsgáljuk az esetszámokat, akkor azt láthatjuk, hogy a délelőtti – déli időszakban, illetve pénteken a délutáni órákban magasabb a balesetek száma.



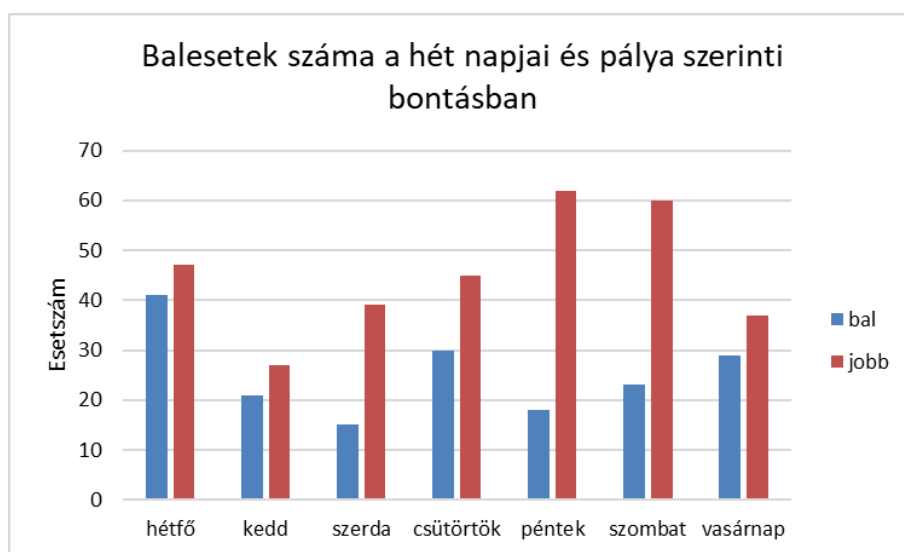
2.36. ábra Balesetek száma a hét napjai és órák szerinti bontásban az M7 autópályán (2014 - 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

Pálya szerinti bontásban látható, hogy minden hónapban a Balaton felé tartó oldalon a nagyobb a balesetek száma.



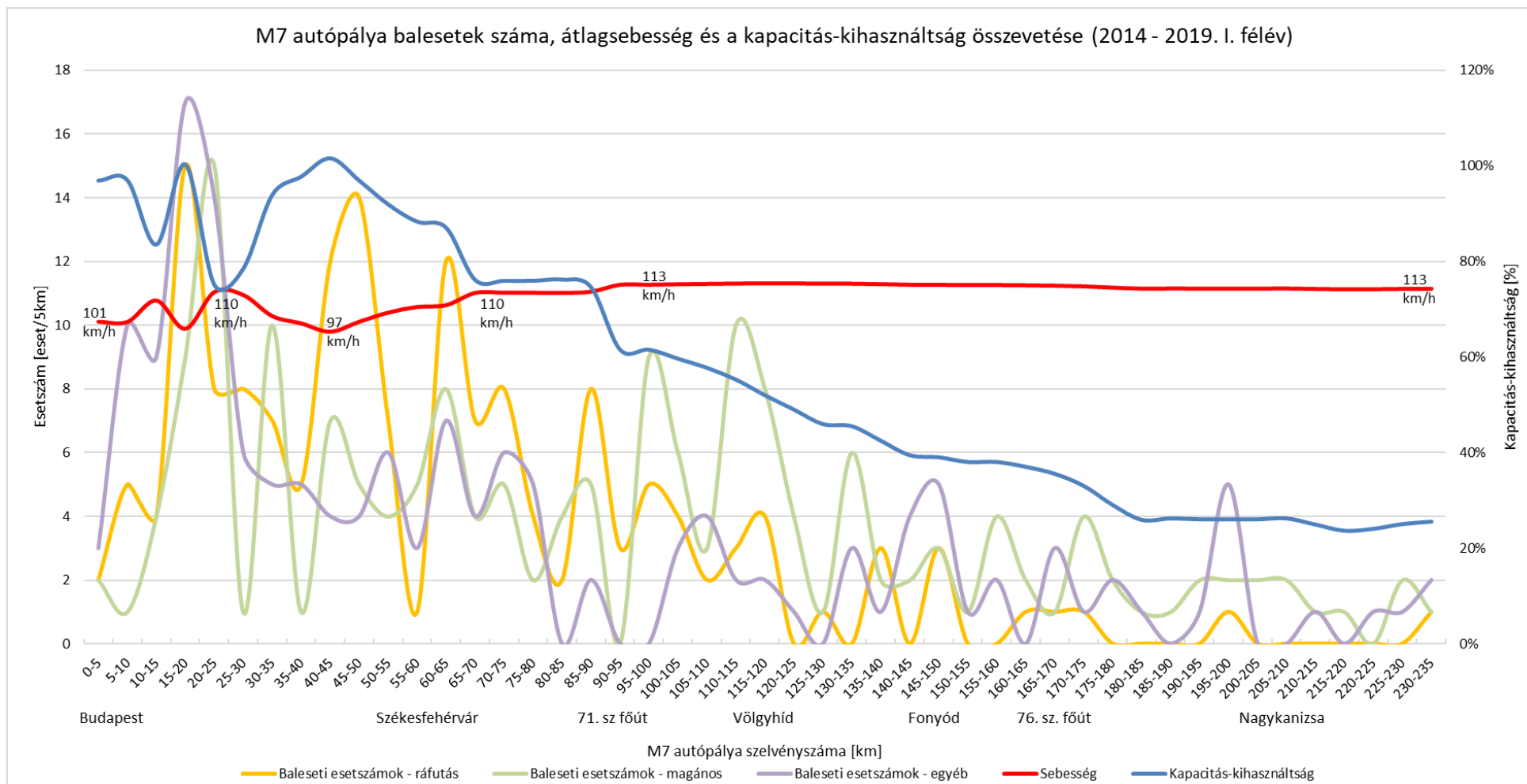
2.37. ábra Balesetek hónapok szerinti bontásban az M7 autópályán (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

Hét napjai szerinti bontásban is a Balaton felé tartó irány magasabb baleseti értéke jellemző; minden nap szignifikáns eltérés tapasztalható, kiemelten a hét végi napokat tekintve.



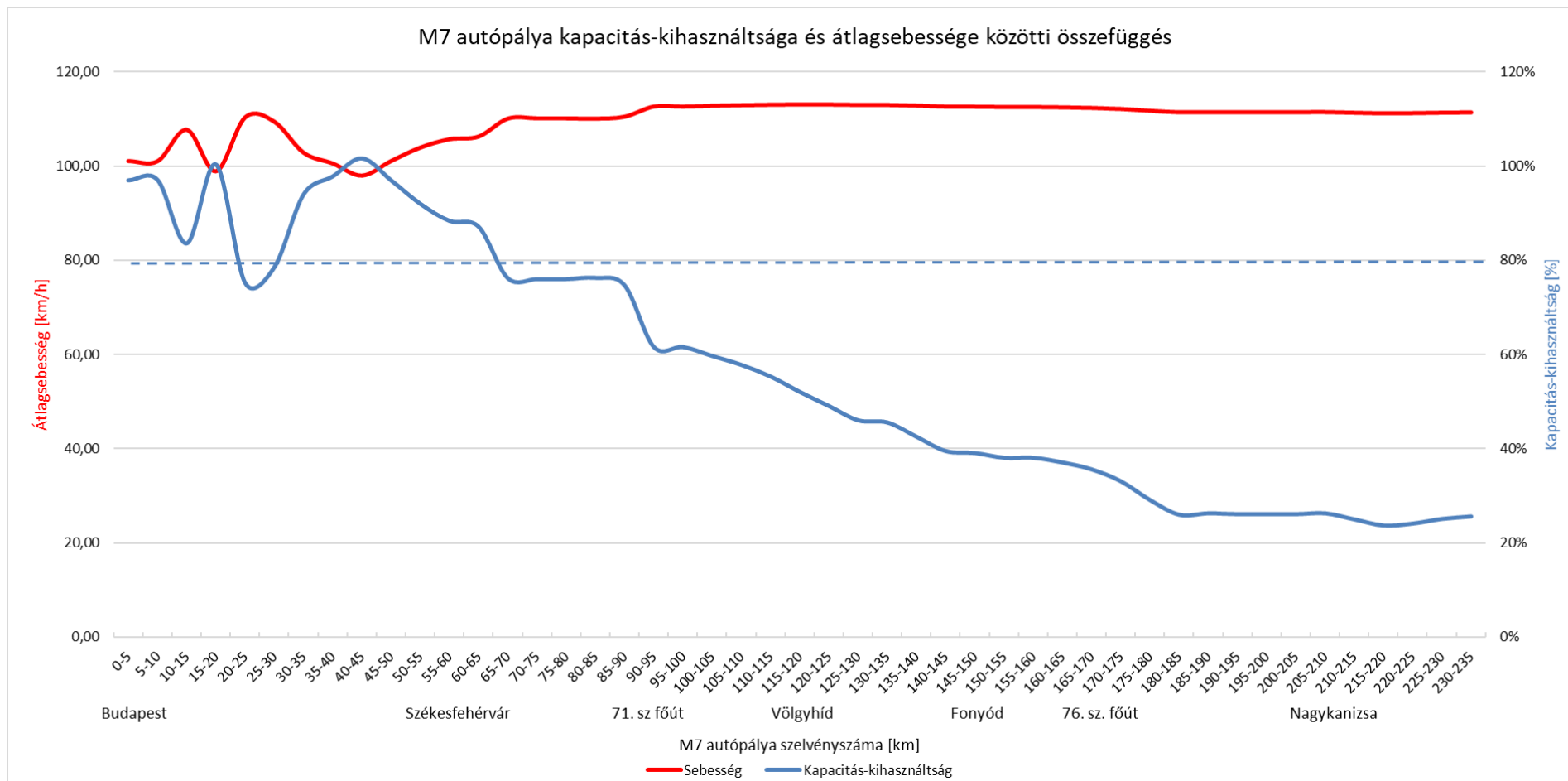
2.38. ábra Balesetek hónapok és pálya szerinti bontásban az M7 autópályán (2014 - 2018)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

Az M1 autópályánál ismertetett módszer szerint egy diagramon ábrázoltuk a baleseti esetszámokat, az átlagsebességet és a kapacitás-kihasználtságot.



2.39. ábra

A balesetek száma, az átlagsebesség és a kapacitás-kihasználtság összevetése az M7 autópályán (2014 – 2019. I. félév)
(adatbázis alapján saját szerkesztés)



2.40. ábra

A kapacitás-kihasználtság és a sebesség közötti összefüggés az M7 autópályán
(származtatott értékek alapján saját szerkesztés)

Az M7 autópálya kapacitásingadozási mutatják leginkább azt a törvényszerűséget, melyet az M1 és M3 autópályán megállapítottunk: Minden egyes esetben, amikor a kapacitás-kihasználtság 80% fölé emelkedik, kiugróan megnő a ráfutásos balesetek száma (15-25 km és 35-55 km szelvények között), az átlagsebességsebesség pedig visszaesik. Szembetűnő, hogy az alacsony kapacitás kihasználtságú szakaszokon, az autópálya országhatárhoz közelebbi végén, a ráfutásos balesetek esetszáma számottevően visszaesik, míg a másik két típus ennél magasabb átlagértéket mutat.

3. Sebességcsökkentés hatásainak bemutatása

Az Európai Unió közlekedésügyi céljainak egyik fő törekvése a baleseti esetszámok csökkentése. A baleseti számok mérséklésének egyik eszköze a sebesség csökkentése, mely több tagállamban is megjelenik.

Svédországban, ahol élen járnak a Vision0 elveinek alkalmazásában, az egyik elsőszámú eszköz a balesetmegelőzésben a sebességcsökkentés. Lakott területen kívül jelenleg is 70 km/h a megengedett sebesség, és Európán belül kimagaslóan jó baleseti mutatókkal rendelkeznek – egymillió lakosra 27 haláleset jut, míg ez a mutató Magyarországon átlagosan 60 haláleset/egymillió lakos.

A sebességcsökkentés a közvéleményt talán leginkább foglalkoztató, minden időszakban aktuális, érzékeny téma. A nem egyértelmű és rosszul értelmezett baleseti statisztikák miatt az a szemlélet él az emberekben, hogy a sebesség nem megfelelő megválasztása csekély baleseti tényező. Ez az a szabálysértés, mely talán az egyik leginkább elfogadott szabálysértés, hiszen az egyének nem gondolják súlyos kihágásnak mindaddig, amíg nem szembesülnek a negatív következményekkel. Pedig a mozgási energia a sebesség négyzetesével arányos, tehát a balesetek súlyosságának mértéke exponenciálisan nő a gyorsajtás mértékével.

Viszont nem csak a gyorsajtás, a magas haladási sebesség is baleseti tényező. Bizonyítható, hogy alacsonyabb haladási sebességnél kevesebb a balesetek száma, a tanulmányban ezeket kívántuk bemutatni, konkrét példákkal bizonyítani.

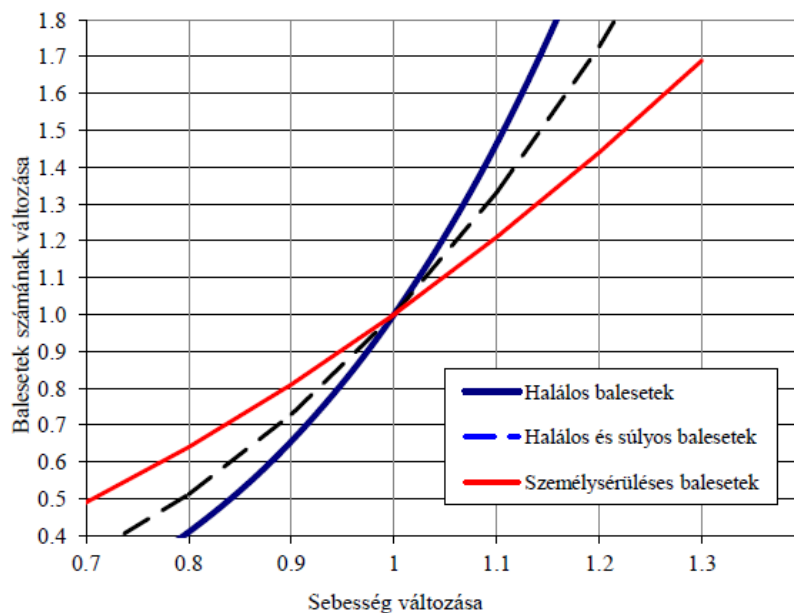
3.1. Globális sebességcsökkentés

3.1.1. Elméleti áttekintés

A Nilsson szabály (Holló, 2002) szerint összefüggés fedezhető fel a sebesség és a balesetek gyakorisága, valamint súlyossága között. Az 1968 és 1972 közötti svéd kísérletek alapján kifejlesztett modell (Göran Nilsson) érvényességét. Később dán és amerikai eredmények is igazolták Elmélete szerint a $\frac{v_u}{v_e}$ hányados

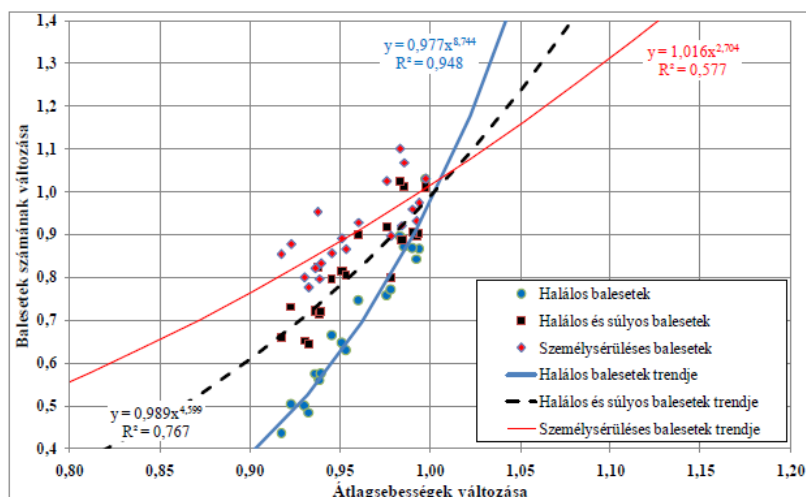
- második hatványa szerint változik a személyi sérülések,
- harmadik hatványa szerint változik a súlyos sérülések,
- negyedik hatványa szerint változik a halálos kimenetelű balesetek száma.

Az összefüggés szerint, ha például az átlagsebesség 10%-kal nő, a meghaltak száma 1,5-szeresére változik; viszont, ha 10%-kal csökken, a meghaltak száma 30%-kal csökken.

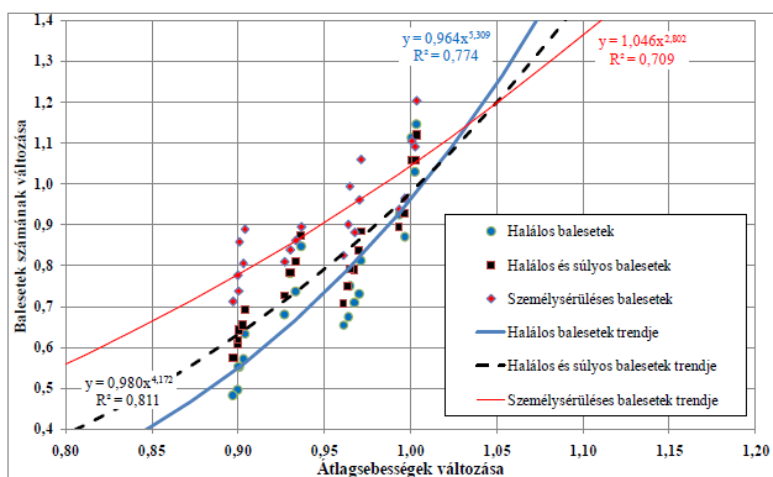


3.1. ábra A sebességváltozás hatása a balesetek számára a Nilsson modell szerint
(függvénykapcsolat alapján saját szerkesztés)

Ez az elmélet több szempontból is felülvizsgálatra került, magyarországi viszonylatban is, mely utóbbi eredményét a 3.2. ábra és 3.3. ábra szemlélteti.



3.2. ábra A sebességváltozás hatása a balesetek számára lakott területen kívül (Mocsári, 2012)



3.3. ábra A sebességváltozás hatása a balesetek számára lakott területen belül (Mocsári, 2012)

A fenti ábrákról az olvasható le, hogy a sebességváltozásra - hasonlóan a Nilsson modellhez - a legérzékenyebben a halálos balesetek száma reagál. Kevésbé változik a halálos és súlyos sérüléses balesetek száma, és legkisebb kitevőjű a személy sérüléses balesetekre vonatkozó összefüggés. A 6 függvényből 5 - kivétel a lakott területen kívüli utak személy sérüléses balesetek trendvonal - gyakorlatilag az 1-1 pontokon halad át, amely azt mutatja: ha nem változik az átlagsebesség, a balesetek száma sem. (Mocsári, 2012)

3.1.2. Nemzetközi és hazai gyakorlati példák

Az alábbiakban ismertetett gyakorlati példák alátámasztják a baleseti adatok és a sebesség *változása* közötti összefüggéseket.

Sebességnövelés

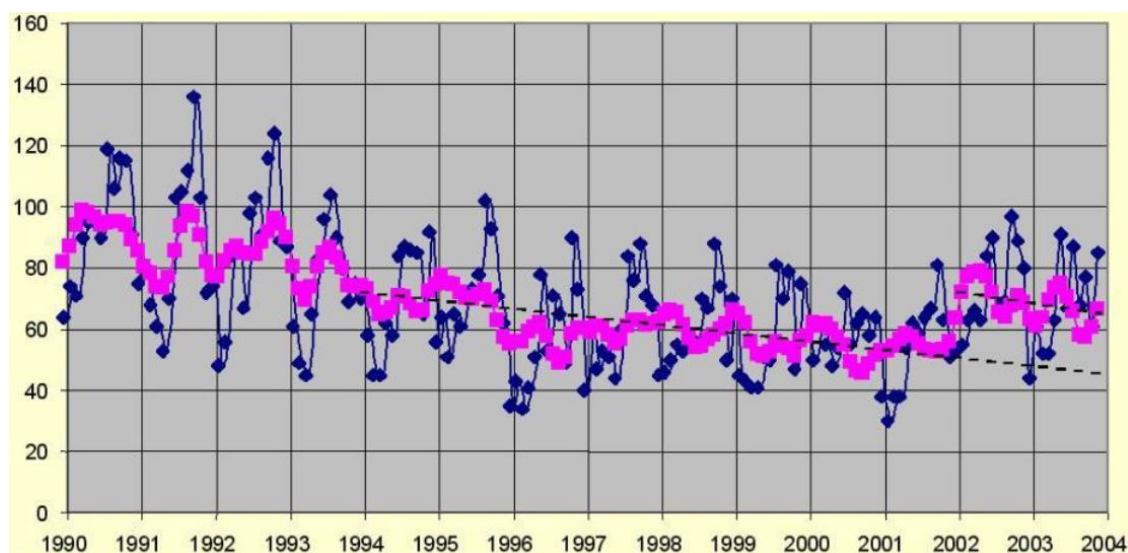
Csehország

1997-ben 110 km/h-ról 130 km/h-ra nőtt az autópályák sebességkorlátozása. A halálos balesetek száma az előző évekhez képest 50%-kal nőtt (1997: 35 eset, 1998: 53 eset).

Magyarország

Hazánkban is vizsgálható a sebességemelés hatása. 2001-ben a külterületi utakon általános sebességhatár módosítás lépett érvénybe, 10 km/h-s növeléssel, tehát:

- főúton: 80 → 90 km/h,
- gyorsforgalmi utakon: 100 → 110 km/h,
- autópályán: 120 km/h → 130 km/h.



3.4. ábra Közlekedési balesetben elhunytak számának változása lakott területen kívül
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A 3.4. ábra alapján látható, hogy a sebességnövelés hatására jelentősen nőtt a halálos kimenetelű balesetek száma, 2000-hez képest közel 20%-kal (Mocsári, 2012), ugyanekkor a közúti teljesítmény is jelentősen nőtt.

Sebességcsökkentés

Magyarország

A fent említett átfogó beavatkozáshoz hasonló jellegű, de sebesség csökkentését jelentő intézkedés nem történt Magyarország útjain, de egy-egy lokális helyszínen az útkezelők gyakran alkalmaznak sebességcsökkentést a forgalombiztonság növelése

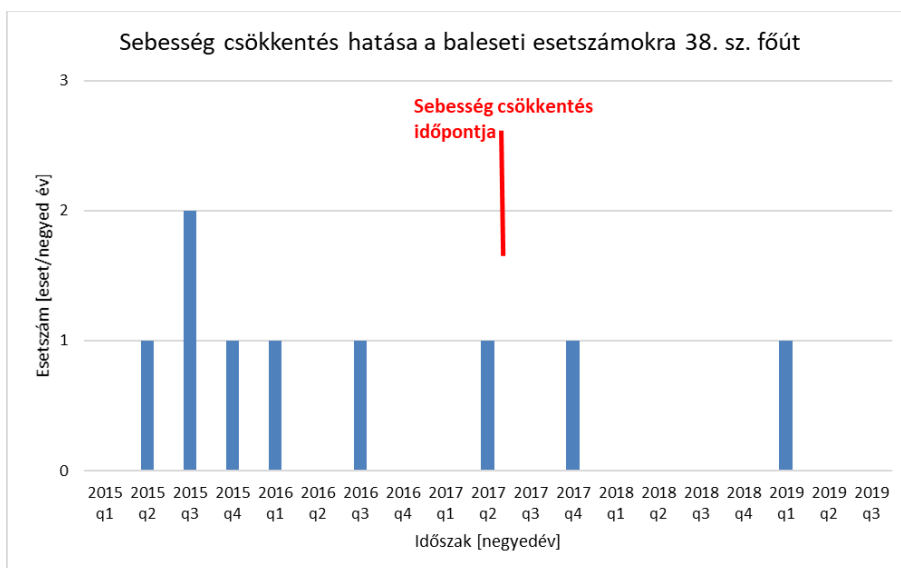
céljából. Két konkrét példán keresztül vizsgáltuk, hogy a lokális (csomóponti illetve rövid folyópályás) szakaszokon milyen hatása volt a sebességcsökkentésnek.

86-os számú főút Szombathely elkerülő szakaszán, a Csaba út csomópontjánál 78 km-nél (78 km + 443 m – 78 km + 797 m), 2017. szeptember 19-étől a 90 km/óra helyett 70 km/óra a megengedett sebesség. A baleseti esetszámok változását a következő (3.5. ábra) mutatja.



3.5. ábra Sebességcsökkentés hatása a baleseti esetszámokra a 86. sz. főúton
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

38-as számú főút 9 km + 102 m – 11 km + 100 m szelvények között 90 km/óra helyett 60 km/óra csökkentették a megengedett legnagyobb sebességet, a balesetek számának változását az alábbi ábra (3.6. ábra) szemlélteti.



3.6. ábra Sebességcsökkentés hatása a baleseti esetszámokra a 38. sz. főúton
(adatbázis alapján saját szerkesztés)

A fenti ábrákról leolvasható, hogy a vizsgált két lokális helyszínen a sebesség csökkentés eredménnyel járt, a baleseti esetszámok csökkentek.

Franciaország.

A halálos balesetek csökkentése érdekében Franciaországban az eddig megengedett 90 km/h helyett 80 km/h-ra csökkenti a megengedett legnagyobb sebességet a főutakon. Az intézkedés eredményeként 2018-ban 189-cal kevesebb halálos baleset történt a francia utakon, mint 2017-ben. (BBC NEWS, 2019)



Pascal Pavani, AFP | Employees of the DIR (Interdepartmental Directions of Roads) set an 80 km/h speed limit sign up on the national road RN2 in Grenade in southwestern France, on June 28, 2018.

3.2. Lokális sebességcsökkentés

3.2.1. Sebességcsökkentés hatása a kapacitásra – elméleti kutatások

Jelen fejezetben olyan nemzetközi és hazai elméleti kutatásokat ismertetünk, melyek a sebességcsökkentés kapacitásra és baleseti esetszámokra gyakorolt hatásait vizsgálják. A bemutatott eredmények szakirodalmi feldolgozásból származnak, nem a felállított adatbázisból kerültek levezetésre.

„Variable Speed Limit” – Változtatható sebességkorlátozás alkalmazási lehetőségei (Hegyi, Variable speed limits, ramp metering, and hard shoulder running, 2019):

Torlódás előrejelzés

Célja, hogy figyelmeztesse a járművezetőket a forgalmi torlódásra és megakadályozza, hogy belefussanak. Azon az algoritmuson alapul, hogy fokozatosan csökkenti a sebességet a torlódás felé haladva (130/120/100 → 70 → 50 km/h), és ha a mért sebesség meghaladja az előre meghatározott küszöbértéket, további sebességkorlátozás szükséges.

Az intézkedés hatására a balesetek összesen 16% -kal csökkentek, az utoléréses (ráfutásos) balesetek száma 39% -kal csökkent.

A forgalomlefolyás javítására két (három) lehetőséget jelöl meg a Szerző:

- homogenizáció,
 - „shock wave” fékezési hullám megakadályozása,
 - kapuzás.
- } forgalomáramlás korlátozása

Homogenizálás

Nagy forgalomi volumen esetén minden sávban azonos sebesség alkalmazása, ezáltal a gyorsabb járművek lelassítása a lassabbakhoz, mely egyforma sebességeket generál a sávok között. A homogén sebesség által kevesebb a sávváltások száma és az egyéb a forgalmat zavaró hatások bekövetkezési valószínűsége, csökken a lassabb sávban való elakadások és az erőteljes fékezések száma, így kisebb az esély a forgalom torlódásos állapotba fordulására.

Fékezési hullám („shock wave”) megakadályozása/megelőzése.

Korlátozza a sebességet az elakadás előtt (pillanatnyi egységes sebességcsökkentés); célja a stabil állapot létrehozása a torlódó szakasz előtt, majd a konfliktus zóna elhagyása után a sebesség fokozatos növelése.

Alkalmazása Hollandiában:

- A12 autópálya (Bodegraven – Harmelen) 14 km hosszon,
- a legalacsonyabb megjelölt korlátozás 60 km/h,
- a biztonság érdekében a járművezetők fokozatos lassítása,
- eredmény:
 - „mozgó torlódás” (moving jam) megelőzése: átl. 50% felett,
 - egyéb torlódások: átl. 40% felett.

A két beavatkozás egy olyan autópálya forgalomszabályozási stratégia része, amely alkalmazásával tovább növelhető a gyorsforgalmi utak kapacitáskihasználása, ill. megakadályozható, rosszabb esetben lassítható a torlódás kialakulása. Az módszer lényege, hogy összehangolva működtet két különböző, külföldön már gyakorlatban is alkalmazott forgalomirányítási módszert: felhajtókorlátozást és változtatható sebességkorlátozást.

A **felhajtókorlátozás** lényegében az autópályára felhajtani szándékozó járművek szabályozását jelenti. Az autópályán elérhető maximális forgalomnagyság biztosítása érdekében, a felhajtókon hagyományos jelző berendezéssel szándékosan feltartjuk a járműveket, és csak meghatározott időpontokban engedjük őket fel. A felhajtók ilyenfajta szabályozása ugyan várakozási idő és sor kialakulásához vezethet, viszont a feltartott járművek a felhajtás után, illetve általában véve az autópálya hálózatot használók számos előnyhöz jutnak.

A felhajtás-korlátozó rendszerek eddig tapasztalt egyértelmű előnyei:

- hatékonyabb kapacitáskihasználás torlódó forgalom esetén
- növelt biztonság a nem szabályozott felhajtókhoz képest a besorolási szituációkat figyelembe véve
- károsanyag-kibocsátás és üzemanyag-felhasználás jelentős csökkenése a szabályozásnak köszönhető egyenletesebb forgalomnagyságból adódóan
- az átlagos utazási idő csökkenése a hálózat egészét figyelembe véve

A ma már leginkább LED-es technológiával működő változtatható jelzésképű táblák dinamikus tulajdonságuknak köszönhetően számos forgalomtechnikai feladatra felhasználhatók.

- számos információval láthatják el az autópályán közlekedőket,
- forgalomirányító jelzőként is működhetnek.

Az autópálya forgalomszabályozás egyik hatékony módszere a változtatható jelzésképű táblákkal megvalósított dinamikus sebességkorlátozás.

A szabályozás azon alapul, hogy az átlagsebesség csökkentésével egyidejűleg a követési távolságok is rövidülnek (Hegyi, Schutter, & Hellendoorn, 2005). Így amennyiben redukáljuk az autópályán megengedett maximális sebességhatárt, a járműsűrűség értéke megnő. Sűrűsödő forgalmi viszonyok esetén ezzel a módszerrel megakadályozható, kedvezőtlenebb forgalmi esetekben lassítható a torlódás kialakulása, mivel a lassú vagy lassabb haladás még mindig hatékonyabb, illetve pszichológiailag is jobb hatással van a járművezetőkre, mint bármilyen torlódás, amely gyakori fékezéssel, elindulással jár.

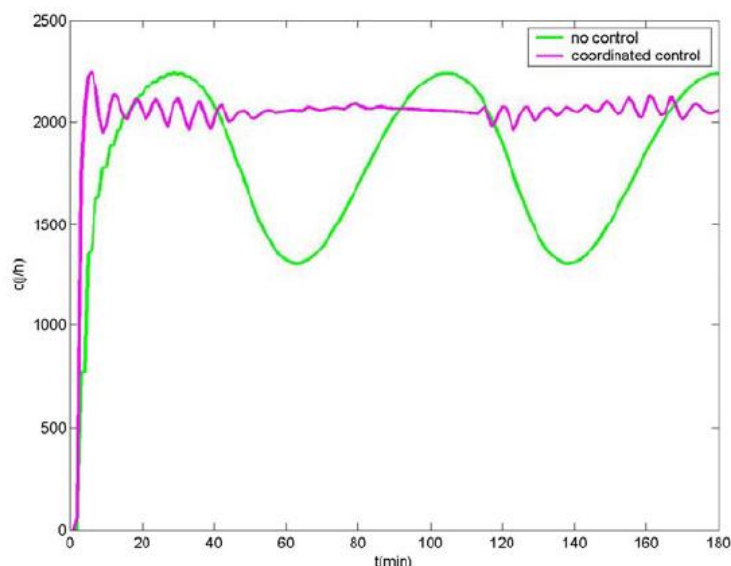
A szabályozás eredményességének vizsgálatához kontrollált és nem kontrollált szakaszon egyszerre szimulálták az eseményeket, így az eredmények könnyen összehasonlíthatóvá váltak. A szimulációk eredményei igazolták azt a feltevést, hogy a változtatható sebességhatárolás és a felhajtóhatárolás kombinálásával kialakított összehangolt szabályozórendszer nagyban javítja az autópálya forgalomlefolását. A két legjellemzőbb forgalomtechnikai paraméter a forgalomnagyság (q) és a felhajtón behaladt járműszám (n) egyaránt növekedett a különböző szabályozottságú esetekhez viszonyítva (3.1. táblázat).

Az összehangolt forgalomszabályozás értékeinek %-os változása	
a felhajtóhatárolás szabályozáshoz viszonyítva	
q_{ki} [ej/h]	n [ej]
+ 4 %	+ 9 %
a sebességhatároló szabályozáshoz viszonyítva	
q_{ki} [ej/h]	n [ej]
+ 12 %	+ 25 %
a kontrollálatlan esethez viszonyítva	
q_{ki} [ej/h]	n [ej]
+ 13 %	+ 25 %

3.1. táblázat

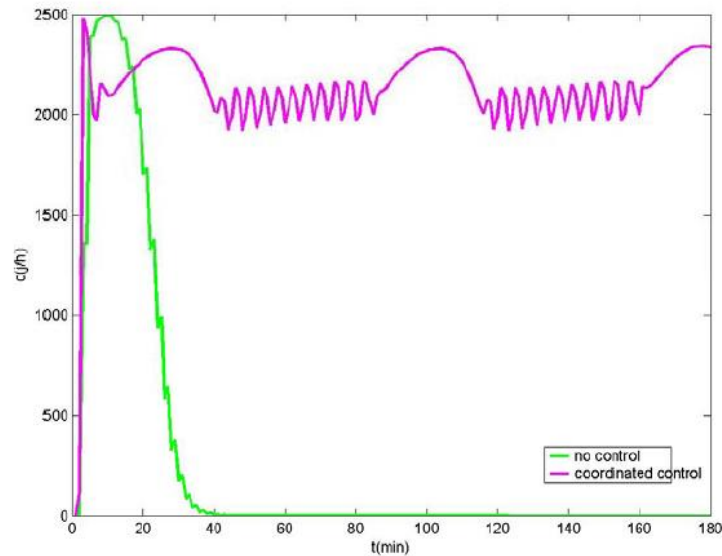
Az összehangolt forgalomszabályozás értékeinek százalékos változása (Tettamanti, Varga, & Bokor, 2008)

Az összehangolt szabályozás másik nagy előnye az áteresztőképesség növelése mellett, hogy ki tudja kompenzálni a szimulációval előidézett nagy forgalomhullámzást (3.9. ábra). Ezáltal egy simább forgalomlefolást lehet elérni, ami a balesetveszély csökkenéséhez is nagyban hozzájárul.



3.9. ábra A forgalomnagyság alakulása összehangolt szabályozású és kontrollálatlan szakaszon (Tettamanti, Varga, & Bokor, 2008)

Az 3.10. ábra a rendszer működőképességének bizonyítéka. Amennyiben irreálisan nagy terhelést adunk a bemenetre, az irányító rendszer még ekkor is le tudja vezérelni a forgalmat, míg a kontrollálatlan szakaszon a forgalom már teljesen összeomlik.



3.10. ábra Az összehangolt irányítás által elérhető maximális kapacitás (Tettamanti, Varga, & Bokor, 2008)

A felépített rendszer megfelelően reprezentálja a szabályozás működését, és bizonyítja alkalmazhatóságát, amely jelentősen javítaná az autópályák hatékonyabb kapacitás kihasználását és jó kiindulási alapja lehet bármilyen más hasonló célú fejlesztésnek. A szimulációs eredmények nyilvánvalóan eltérhetnek a valós forgalmi szituációktól, de mindenképpen irányadók a hatékonyság javítása szempontjából.

Összességében tehát elmondható, hogy bármilyen – jól működtetett - irányítási forma, eredményesen használható a forgalomkapacitás növelésére. Az ismertett összehangolt szabályozással pedig még további javulást lehet elérni az egyedi telepítésű, statikus irányító berendezésekhez képest.

3.2.2. Sebességcsökkentés gyakorlati hatása a kapacitásra

Jelen fejezetben olyan nemzetközi és hazai elméleti kutatásokat ismertetünk, melyek a sebességcsökkentés kapacitásra és baleseti esetszámokra gyakorolt hatásait vizsgálják. A bemutatott eredmények szakirodalmi feldolgozásból származnak, nem a felállított adatbázisból kerültek levezetésre.

Spanyolországi kutatás az alacsony sebességkorlátozások hatásairól az autópálya forgalomlefoiyására (Soriguera, Martínez, Sala, & Menéndez, 2017)

A vizsgált cikk célja a különböző sebességkorlátozásoknak a forgalmi folyamatokra gyakorolt hatásainak empirikus értékelése egy barcelonai kísérlettel összegyűjtött adatok elemzése alapján. A tanulmány a spanyol B-23 autópályán egy változó sebességszabályozással járó (VSL – variable speed limit) kísérlet során gyűjtött

empirikus adatokat használja az alacsony sebességkorlátozások makroszkopikus és mikroszkopikus hatásainak tanulmányozására a forgalom teljesítményére gyakorolt hatás értékeléséhez. A kísérlet során megvizsgálták a járművek számát, a sebességet és a sávonkénti kapacitás-kihasználtságot, valamint a sávváltási sebességeket. A kísérlet három napon keresztül rögzítette a különböző sebességkorlátozás (80 km/h, 60 km/h és 40 km/h) esetén mérhető adatokat.

A tanulmányban az adott időszakokban az összes forgalmi változót részletesen mérték. A vizsgálat során a következő mutatókat mérték:

- a járművek száma, az átlagátlagsebesség és az sávonkénti kapacitás-kihasználtság (a helyszínen lévő mágneses kettős hurokdetektorból), az adatok percenként kerültek rögzítésre,
- a járművenkénti sebesség értékek,
- sávváltási szám (egy 115 m hosszú szakaszon).

A tanulmány eredményeiből két fő következtetés vonható le:

- A sebességkorlátozás jelentős hatással volt a kapacitáskihasználtsági értékekre, de kizárólag abban az esetben amikor az autópályán még szabad áramlási sebesség mérhető. **Tehát a sebesség korlátozása lehetővé teszi, a magasabb kapacitás-kihasználtság elérését, és megakadályozza a forgalom szétesését, ezáltal elkerülhető a kapacitáscsökkenés és a járművek torlódása az autópályán.**
- az intézkedés képes alacsony sebességkorlátozás mellett (pl. 40 km/h) az 1942 jármű/h/sáv forgalmat stabilan fenntartani.

Az eredmények felfedik azokat a mechanizmusokat is, amelyek révén a sebességkorlátozások befolyásolják

- a forgalom teljesítményét, különös tekintettel az áramlás és a sebesség eloszlására a sávok között, valamint az azt követő sávváltási manőverekre,
- a kapacitáshiányos rendszerekben a sávváltás jelentősen nagyobb: a torlódás a sávon belüli sebesség variabilitásának növekedését jelenti a sávváltó aktivitás növekedésével összefüggésben,
- szigorú hatósági végrehajtásra van szükség annak biztosítása érdekében, hogy a járművezetők betartsák az alacsony sebességkorlátozásokat.

Sebességcsökkentés gyakorlati hatása a kapacitásra – Németország (Schäfer, Blagojevic, & Willmerding, 2010)

A tanulmány elsősorban mérés technikai problémát dolgoz fel, de megjelenik benne a sebesség – kapacitás összefüggés is. Egy út kapacitását az A8 Ulm autópálya Stuttgart irányába mutató szakaszának példájával határozták meg. Két mérőjárművel végzett tesztvezetés során mérési adatok sorozatát vették fel, majd táblázatkezelő programmal feldolgozták. A mért adatokból létrehozott alapdiagramok segítségével a tesztvezetést forgalomtechnikai szempontból is elemezték. Fontos forgalmi tényezők, mint például a forgalomlefolys vagy a forgalom nagyság, a haladási sebesség és a forgalom sűrűségét vetették össze egymással. A tanulmány elemzése alapján is kimutatható a kapcsolat a forgalom sűrűsége és a forgalom sebessége között; a tanulmány kijelenti, hogy a forgalom sűrűségének növekedésével a vezetési sebesség csökken. Ezenkívül megjeleníthető a Q forgalom, így az út kapacitása is, amely megfelel a Q maximális értékének.

A forgalom optimalizálását befolyásoló tényezők:

- vezetési viselkedés, például gyorsulás a lámpánál, vagy az együttműködő vezetési stílus
- forgalomirányító rendszerek a folyó forgalom befolyásolására: Németországban ezt a lehetőséget gyakran az autópályákon valósítják meg a maximális sebesség vagy a sáv nyitásának dinamikus vezérelt eredménytáblákon keresztül történő szabályozásával,
- szisztematikus jelenségek - például a Nagel-Schreckberg modellben leírtak szerint egy forgalmi torlódás nem merül fel egy bizonyos forgalmi sűrűség mellett.

A bemutatott példák túlmenően szimulációk készíthetők arról is, hogyan viselkedik a beáramló forgalom, a sebességkorlátozás vagy más intézkedések esetén. Az alapdiagram alapvető szempontjai:

- Összefüggés van a forgalom sűrűsége és a jármű sebessége között: minél több jármű halad egy szakaszon, annál alacsonyabb a haladási sebesség.
- A forgalmi torlódások elkerülése és a forgalom folyamatos fenntartása érdekében csak maximum annyi jármű léphet be az út egy szakaszába, amennyi ugyanabban az időszakban kilép a szakaszból.
- Kritikus járműsűrűség és az ehhez kapcsolódó járműsebesség mellett a forgalom állapota stabilról instabilra változik.

4. Következtetések

Tanulmányunkban azt vizsgáltuk van-e összefüggés a balesetek, a sebesség és a kapacitás között. Ennek érdekében baleseti elemzést végeztünk, ezeket összevetettük a számunkra elérhető kapacitás és sebességadatokkal. Három autópályát vizsgáltunk: M1, M3, M7 autópályákmelyek az állandósult problémák miatt kerültek kiválasztásra: elsősorban a balesetek növekvő, stagnáló száma, illetve, hogy - akár csak bizonyos szakaszokon vagy bizonyos időszakokban is - a szabad áramlás eléri a kapacitáshatárát emiatt torlódások, visszatorlódások alakulnak ki. A sebességcsökkentés baleseti esetszám csökkenés érdekében végzett alkalmazására irodalomkutatást is végeztünk, illetve megvizsgáltunk európai és hazai példákat.

A baleseti, forgalmi és sebességi adatok vizsgálata alapján kimondható, hogy van összefüggés a sebesség, a kapacitáskihasználtság és a balesetek száma/típusa között az alábbiak szerint:

- azokon a szakaszokon, ahol a kapacitás-kihasználtság $\sim 80\%$ fölé emelkedik az átlagsebesség a kapacitáskihasználtsággal fordított arányban hirtelen kezd el csökkenni;
- azokon a szakaszokon, ahol a kapacitáskihasználtság nem éri el a $\sim 80\%$ -ot a kapacitás-kihasználtság változása nincsen hatással az átlagsebességre;
- a kapacitás-kihasználtság kiugró változása minden esetben arányosan hat a ráfutásos balesetek esetszámának változására, amennyiben a kihasználtság $\sim 80\%$ fölé emelkedik úgy kimagaslóan megugrik a ráfutásos balesetek száma a többi vizsgált baleset típushoz képest.

A vizsgálataink, és a nemzetközi szakirodalom alapján behatárolhatók az autópályákon azon szakaszok, ahol torlódásveszélyes állapotok alakulhatnak ki. Azon szakaszokon, ahol a kapacitás-kihasználtság 80% körüli érték felett ingadozik javasoljuk változtatható sebesség jelzésű rendszer telepítésének részletesebb vizsgálatát. A javasolt helyszínek a következők:

- M1 autópálya – Budapest elővárosi szakasza, Győr elkerülő szakasza, Budapest és Győr között távlatban,
- M3 autópálya – Budapest elővárosi szakasza M31-ig, M31 és Hatvan között távlatban,
- M7 autópálya – Budapest elővárosi szakasza Székesfehérvárig, Székesfehérvár és a Balaton északi partja felé vezető 71. sz. főút között távlatban.

Bár kimondható, hogy van összefüggés a forgalom nagysága és a baleseti számok között, de az esetszámokat nem csak ez befolyásolhatja, hanem más tényezők is például a járművezetők egyéni döntései, az út- és időjárási viszonyok.

A szakirodalmi adatok is azt bizonyítják, hogy van összefüggés a sebesség és a kapacitáskihasználtság között, érdemes elgondolkodni azon, hogy körülbelül 80%-os kapacitáskihasználtság esetén érdemes a sebességet csökkenteni, mert ez

- homogénebb forgalmat,
- kevesebb balesetet,
- jobb kapacitáskihasználást eredményez.

Viszont azt is látni kell, hogy mint minden rendszernek, így ennek is vannak hátrányai:

- társadalmi elfogadtatása nehéz feladat,
- szigorú sebességellenőrzést/betartatást követel,
- kisebb sebesség esetén nőhet a sávok közötti sebességkülönbség (elsősorban 3 sávú autópálya esetén) → nő sávváltások száma → zavarérzékenyvé teszi a rendszert,
- a felhajtóforgalmat is figyelembe kell venni.

A rendszer alkalmazása során figyelni kell arra, hogy:

- a sebességjelzőt és a detektorokat 500-900 méterenként szükséges elhelyezni (megengedett legnagyobb sebesség, út geometriája, felhajtók száma, távolsága stb. függvényében) (Hegyi, Variable speed limits, ramp metering, and hard shoulder running, 2019),
- minden sávnak külön sebességjelző és detektor szükséges,
- 50% átlagos kapacitáskihasználtság alatt szükségtelen.

A globálisan alkalmazandó sebességcsökkentéseket a nemzetközi példákon keresztül is vizsgálva az látható, hogy balesetek és a sebesség közötti összefüggést a Nilsson Power modellje már 1981-ben feltárta, mely némi átgondolással a hazai utakra is alkalmazható. Ez alapján az a következtetés vonható le, hogy ha csökkentjük a sebességet a főutakon – akár csak egyes szakaszokon – akkor csökken a balesetek száma. Viszont megjelent a nemzetközi gyakorlatban ennek ellenpéldája is: az osztrák A1 autópályán Haid bei Ansfelden és Stättledt között 2018. augusztus 1. óta, a szlovák D1-es autópályán a Poprád melletti 38 kilométeres szakaszon október 1. óta tesztelik

a 130 km/h-ról 140 km/h-ra történő sebességemelés. Ennek biztonságos végrehajtásához szigorú ellenőrzésre van szükség, amelyben a dinamikus sebességszabályozó rendszerek szintén segítséget tudnak nyújtani. Ezekre a szakaszokra konkrét forgalmi adatok nem állnak rendelkezésünkre, így a sebességnövelést forgalmi adatokkal nem tudjuk összevetni.

Tanulmányi témánk egyes elemei részletesebb adatok rendelkezésre állása esetén vagy mérések alapján saját adatbázis létrehozásával továbbiakban részletesebben vizsgálható. Későbbiek során folytatásra javasolt témakörök:

- illeszkedésvizsgálattal a sebesség és a balesetek közötti összefüggés megállapítására,
- a dinamikus sebességszabályozó rendszer pontos helyszíneinek meghatározása.

5. Összefoglalás

A motorizációs fok növekedése, a hazai utak egyre magasabb kihasználtsága maga után vonja a baleseti esetszámok növekedését, egyben a közúti kapacitás csökkenését. Tanulmányunkban bizonyítottuk, hogy a sebesség dinamikus szabályozásának alkalmazásával egyszerű módon lehet a kapacitást növelni, amely többletforgalom esetén segítheti a forgalom lefolyását és mérsékelheti a torlódás kialakulását. Baleseti és forgalmi elemzéseink alapján és szakirodalmi adatok alapján belátható, hogy a sebesség a balesetek száma és a kapacitás-kihasználtság között összefüggés van, amelyet viszont a saját hasznunkra is fordíthatunk. Gyorsforgalmi utakon a dinamikus sebesség-szabályozás ennek az egyik kulcsa, fő – és belterületi utakon a statikus sebesség-csökkentés.

Bár a sebességcsökkentés rendkívül érzékeny téma, mégis bizonyos esetekben jobb életminőséget von maga után a balesetek csökkenése, illetve az utak jobb kihasználhatósága miatt, ezért fontos a pozitív hatásainak hangsúlyozása, társadalmi és tudományos elfogadottságának növelése.

6. Irodalomjegyzék

- [1] Adámy, A. (2018. november 14.). A forgalomszámlálási módszerek korszerűsítésének szükségessége. Eger.
- [2] BBC NEWS. (2019. január 29). Forrás: <https://www.bbc.com/>: <https://www.bbc.com/news/world-europe-47042291>
- [3] FŐMTERV. (2018). M1-es autópálya 2x3 sávosra bővítése Tatabány-Újváros - Győr (M19) csomópontok között.
- [4] Hegyi, A. (2019. 05 07). Variable speed limits, ramp metering, and hard shoulder running.
- [5] Hegyi, A., Schutter, B. D., & Hellendoorn, J. (2005). Optimal coordination of variable speed limits to suppress shock waves.
- [6] Holló, P. (2002. május 28-30.). Összefüggések a sebesség és a balesetek gyakorisága között. Pécs.
- [7] Mocsári, T. (2012). A gépjárművek sebességének hatása a közúti közlekedés biztonságára. Győr: Széchenyi István Egyetem.
- [8] Schäfer, D., Blagojevic, N., & Willmerding, P. D. (2010). Ermittlung der Kapazität von Straßen durch Fahrzeugmessungen im Verkehrsfluss.
- [9] Soriguera, F., Martínez, I., Sala, M., & Menéndez, M. (2017). Effects of low speed limits on freeway traffic flow.
- [10] Tettamanti, T., Varga, I., & Bokor, J. (2008). Autópálya forgalomszabályozás felhajtókorlátozás és változtatható sebességkorlátozás összehangolásával és fejlesztési lehetőségei.

A sorozat keretében eddig megjelent kiadványok

2017.

- | | | |
|----|---|---|
| 1. | NÉMETH András, MILÁVECZ Richárd | Iparban használatos vízminőségek |
| 2. | DR. SZILÁGYI Zsombor, DR. SZUNYOG István | Mérések a gáziparban |
| 3. | DR. BARNA Lajos, EÖRDÖGHNÉ DR. MIKLÓS Mária, DR. SZÁNTHÓ Zoltán, DR. BALLA József | A biztonságos ívóvízellátás megteremtésének tervezési eszközei |
| 4. | BORBÁS Lajos Dr. | Felépítés elvű (additív) gyártástechnológiák a gépészetben |
| 5. | BERENCSI Miklós, BEREZKY Ákos, HORVÁTH László, KOVÁCS Gergely, MIHÁLFFY Krisztina | Kerékpárosbarát közlekedéstervezés |
| 6. | TÜDŐS Tibor, DR. VARJÚ György, DR. PETRI Kornél, GÁBOR András | A csillagpontkezelés legújabb külföldi és hazai eredményei (Útmutató és tervezési segédlet) |
| 7. | DR. GARBAI László, DR. JASPER Andor, VÁRADI András | Fűtési és használati melegvíz-igények kockázati elvű méretezése példákkal |
| 8. | KÁDI Ottó, DOHÁNY Máté, JÓZSA Bálint, LÁSZLÓ Csaba Tibor, JAKKEL Ottó | A közúti vasutak (villamos) tervezésével kapcsolatos kézikönyv |

2018.

- | | | |
|-----|---|---|
| 9. | BLAZSOVSZKY László | A gázfogyasztó készülékek égéstermék elvezetésével kapcsolatos szabályozások hiányosságai és ellentmondásai |
| 10. | CSORDÁS Szilveszter, FORGÁCS Lajos Dr., PÓLYA Endre ifj., RÉV Zoltán, UDVARDY Péter | Orvostechnológiai továbbképzés ismeretanyaga |
| 11. | NÁDASDY Tamás, EGYHÁZY Zita, KOVÁCS Ákos Sándor, SZECSŐ Dániel Géza | A közúti biztonsági audit (KBA) jelentések elkészítésének alkalmazási segédlete – A közúti infrastruktúra közlekedésbiztonsági kezeléséről szóló jogszabályhoz és útügyi műszaki előíráshoz kapcsolódó értelmezési, kidolgozási és elfogadtatási javaslatrendszer |
| 12. | DR. SZILÁGYI Zsombor, HORÁNSZKY Beáta | Földgáz kereskedelem (mérnöki segédlet) |
| 13. | DR. SZILÁGYI Zsombor | Az energiahordozók jövője – kőolaj, földgáz, megújulók |
| 14. | S. VÍGH Judit, DOHÁNY Máté | Magános közlekedők baleseti súlyosságának csökkentése mobil applikáció segítségével |
| 15. | DR. BALIKÓ Sándor, DR. CSÜRÖK Tibor, NOVÁK Dániel, ORBÁN Tibor, DR. ZSEBIK Albin | Ötletlapok I. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai |
| 16. | DARABOS Zoltán, KOLTAI Henrik, SZABÓ Tamás, SZÁSZ Béla, VAJDA Sándor | Felvonók felújítása és átalakítása – Műszaki segédlet |
| 17. | TÜDŐS Tibor, KRUPPA Attila | Alapozásföldelők új tervezési elvei és kivitelezési módszerei – Tervezési segédlet és kivitelezési útmutató |
| 18. | FENYVESI Zsolt | Tűzvédelmi tervek tartalmi szabályainak átdolgozása |

19. GÁBORI László Dr., BEINSCHRÓTH József Dr., NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Nagyméretű informatikai beruházásoknál (fejlesztéseknél) ajánlott szoftveroldali tervdokumentációk tartalmi elemeinek meghatározása (I. – II. kötet)
20. DR. DIVÓS Ferenc Az élő fák stabilitása – mérnöki megközelítés – Élő fák, mint teherhordó faszerkezetek
21. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
22. BARNA Lajos Dr., ERDEI István, JASPER Andor Dr., TAKÁCS Gyula Segédlet épületek csatorna-berendezéseinek tervezéséhez
23. ANTÓK Péter István, FÜZÉR Ferenc, SÁRKÖZI András Fényvezető kábelszakaszok műszaki-minőségi ajánlás gyűjteménye
24. JANCsó Béla, DR. KULCSÁR Alexandra, NÉMETH Gábor, DR. VÍMI Zoltán, DÉRI Lajos, SZIMANDEL Dezső Vízbiztonsági engedélyezési eljárással kapcsolatos dokumentációk és engedélyeztetéssel kapcsolatos követelmények a 2018.01.01-én hatályba lépett 41/2017. (XII.29.) BM rendelet alapján
25. DR. TAKÁCS Bence, DR. SIKI Zoltán, DR. ÉGETŐ Csaba, BÉNYI László Mérnökegeodéziában alkalmazott alapponthálózatok – A jó gyakorlat bemutatása mintapéldákkal
26. DR. MÓCZÁR Balázs, LAUFER Imre, TÓTH Gergő, WOLF Ákos Korszerű támszerkezetek tervezése
27. HALÁSZ Györgyné Dr., CSERVENYÁK Gábor, TUCZAI Attila, VIRÁG Zoltán Különböző funkciójú épületek klímatechnikája II.
28. KÁDI Ottó, JÓZSA Bálint Kerékpáros balesetek létesítmények szerinti vizsgálata
29. GARBAI László Dr., JASPER Andor Dr., PELLER József Bendegúz Hőteljesítményátviteli tényező alkalmazása távhőrendszerek optimális szabályozásának modelljében
30. GARBAI László Dr., SÁNTA Róber Dr., JASPER Andor Dr. A kompresszoros hőszivattyúk optimalizálása – Tervezés és üzemeltetés
31. LADÁNYI Gábor Dr. Diagnosztika a karbantartásban
32. MÉSZÁROS János, MOLNÁR Tibor, RITZL András KIÜRÍTÉSI ÉS MENEKÜLÉSI ÚTVONALBA ÉPÍTETT AJTÓK tervezési segédlet (2018)

2019.

33. BLAZSOVSZKY László Földgáz elosztóvezetékek üzemeltetése
34. DR. SZILÁGYI Zsombor A megújuló energiahordozók jövője Magyarországon
35. FORGÁCS Lajos Dr., HAIDEGGER Tamás Dr., PÓLYA Endre ifj. Új fejlesztések, innovatív megoldások az orvostechnológia terén
36. VARRÓ Beáta, DR. KIS András Magyarországon előforduló, épületekbe beépített faanyagokat károsító gombák vizsgálata és azonosítása DNS diagnosztikával
37. MANNINGER Marcell, SZEPESHÁZI Attila, SCHEURING Ferenc, MOLNÁR György Munkatér határoló szerkezetek
38. KORSÓS András, RÁDULY Zsolt A közterületi és belterületi térfigyelő kamerarendszerek tervezési irányelvei
39. GERGELY Edit, DR. BEZEGH András Módszertani útmutató az üvegházhatású gázok közvetlen és közvetett kibocsátásának számítására
40. DR. BEZEGH András, BITE Pálné Dr., GERGELY Edit Városi környezetvédelem (Fenntartható és okos városok)

41. GÓDOR Balázs, DR. KÁSA László, SZÉKELY Bence Híddaruk méretezési segédlete (2019.)
42. FÜRJES Andor Tamás, KOTSCHY András, NAGY Attila Balázs, CSOTT Róbert Teremakusztikai méretezés gyakran előforduló szituációkban
43. DR. KARÁCSONYI Zsolt Faanyagok tartós szilárdsága
Faanyagok szilárdságának változása az idő függvényében
44. DR. BALIKÓ Sándor, ORBÁN Tibor, VARGA Péter, DR. ZSEBIK Albin Ötletlapok II. – Energiahatékonyság növelő ötletek egyszerű energetikai és gazdasági számításai
45. PRIMUSZ Péter, PhD. Hajlékony útpályaszerkezetek méretezése talajstabilizációk figyelembevételével
46. NÉMETH Balázs, HÁMORI Sándor, KOSTYÁK Attila, VÍGH Gellért Különböző funkciójú épületek klímatechnikája III. Segédlet ipari épületek lég- és klímatechnikai rendszereinek tervezése
47. JANCsó Béla, KAVECZKI Gergely, KÓCZÁN Gábor, LABORCZI Tamás, KNOLMÁR Marcell, RAUM László Csapadékvízgazdálkodás tervezési követelményei
Hogyan tervezzünk városi csapadékelvezető rendszereket
48. DOHÁNY Máté, SCHVANNER Norbert Kerékpárosok sebességének felülvizsgálata jelzőlámpás csomópontokban
49. JÓZSA Bálint, S. VÍGH Judit Sebességcsökkentés hatásainak vizsgálata gyorsforgalmi utakon
50. DR. ZSEBIK Albin, NOVÁK Dániel Projektlapok I. – Energiahatékonyság növelő javaslatok projektlapjai
51. DR. MÓGA István Beruházási projektek szabályozási és szabvány környezete, Tervezési követelmények meghatározása
52. DR. GÁBORI László, DR. BEINSCHRÓTH József, NÓGRÁDI Gábor, RÁTKAY Tamás Informatikai Tervező szakmai minősítő rendszere (Informatikai szakmai terület illesztése a Mérnök Kamarai működési rendbe és rendszerekbe)
I. kötet: Konceptió és modell
II. kötet: Modell illesztése
III. kötet: Tudástár
53. VIRÁG Zoltán, GYURKOVICS Zoltán, SZAKÁL Szilárd, VIRÁG Zsolt, ORCSI Attila Országos Tűzvédelmi Szabályzat épületgépész értelmezése a szakmai gyakorlatban
Segédlet a gyakorló épületgépész mérnökök számára I.