

Vasúti zavarhelyzetek osztályozása és forgalomirányítási beavatkozások biztonsági szempontú elemzése

Takács Ámon

Széchenyi István Egyetem

takacs.amon@sze.hu

IV. Közlekedésbiztonsági Konferencia

Győr, 2026. szeptember 17.



Forrás: MÁV-csoport

Tartalomjegyzék

1. Problémafelvetés és a kutatás célja
2. Szakirodalmi áttekintés
3. Adatforrás és módszertan
4. Események felelősségi csoportok szerint
5. Késési kódok szerinti elemzés

1. Problémafelvetés és a kutatás célja

Kapacitás, átbocsátóképesség

- Telített vasúti hálózat
- Menetrendi pufferidők minimalizálása
- Szűk keresztmetszetek
- Gyors késésterjedés

Biztonsági kockázat

- Szűk operatív döntési idő
- Reaktív beavatkozás
- Összefüggő késéshullámok
- Beavatkozáskor megnövekedett terhelés

PARADIGMAVÁLTÁS: REAKTÍV TŰZOLTÁS → PROAKTÍV, ADATVEZÉRELT DÖNTÉSTÁMOGATÁS

Cél: A menetrendi stabilitás és a szigorú közlekedésbiztonság szimultán fenntartása

2. Szakirodalmi áttekintés

Zavarhelyzet azonosítás és felelősségalapú kódolás (4 cikk)	Késésterjedés statisztikai elemzés (5 cikk)	Biztonsági kockázatelemzési módszerek (4 cikk)
• Manuális kódolás korlátai, automatizálás • Adatintegráció • Gépi tanulás • Pufferidők és késési minták összefüggése	• Zavarok nem lokálisak • Késésterjedés • Sztochasztikus és matematikai modellek • Statisztikai vizsgálatok • Nagy távolság és sűrű üzem kérdései	• Többkritériumos modellek • Kockázat feltérképezés • Biztonsági rangsor • Gráfalapú valószínűség • Gyakorlati balesetmegelőzés

Hiány: prediktív modellezés alapja a tényadatok vizsgálata és nemzetközi elmélet

3. Adatforrás és módszertan



VÉGSŐ CÉL: ADATVEZÉRELT SZIMULÁCIÓ ÉS PREDIKTÍV IRÁNYÍTÁS (MPC)

A tényadatokból származtatott paraméterek biztosítják a valós idejű algoritmusok stabilitását

3. Adatforrás és módszertan

2 442

DARAB

KÉSÉSI ESEMÉNY

55 472

PERC

KÉSÉS

22,7

PERC / ESEMÉNY

FAJLAGOS ÁTLAG

UIC 450-2

SZABVÁNY

KÓDOLÁS KERETE

MINTAVÉTELI PARAMÉTEREK

- 2026. március 1-31. (31 nap)
- MÁV Pályaműködtetési Zrt.
- Reprezentatív alapsokaság

ADATBÁZIS STRUKTÚRA

- HUBA adatbázis
- Kódolt késési események
- Főkódok szerinti rendszer

KÓDOLÁSI RENDSZER

- Felelősségi körök szerinti kódolás
- Betű- és számkombinációk

REPREZENTATÍV ADATMINŐSÉG ÉS MENNYISÉG

A sztochasztikus eloszlások és forgalmi modell lehetősége stabil statisztikai alapokon

3. Adatforrás és módszertan

- **PV (Pályavasúti felelősség):** infrastruktúra-üzemeltető hatáskörébe tartozó zavarok.
- **VV (Vállalkozó vasúti felelősség):** vasúttársaságok működéséhez köthető okok.
- **K (Külső okok):** időjárási viszonyok, hatósági intézkedések, rongálások, gázolások.
- **M (Másodlagos okok):** korábbi elsődleges zavarok terjedése.

3. Adatforrás és módszertan

DEFINIÓ ÉS KÉPLET

$$\text{Fajlagos késés [perc/esemény]} = \frac{\text{Összes elődleges késési perc}}{\text{Eseményszám [db]}}$$

ALACSONY FAJLAGOS KÉSÉS (< 20 perc)

Lokális zavarok

- Műszaki hibák (pl. jármű)
- Gyors helyszíni elhárítási lehetőség
- Menetrendi pufferidők elnyelik
- Minimális hálózati tovaggyűrűzés
- Alacsony irányítói terhelés

MAGAS FAJLAGOS KÉSÉS (> 100 perc)

Rendszerszintű zavarok

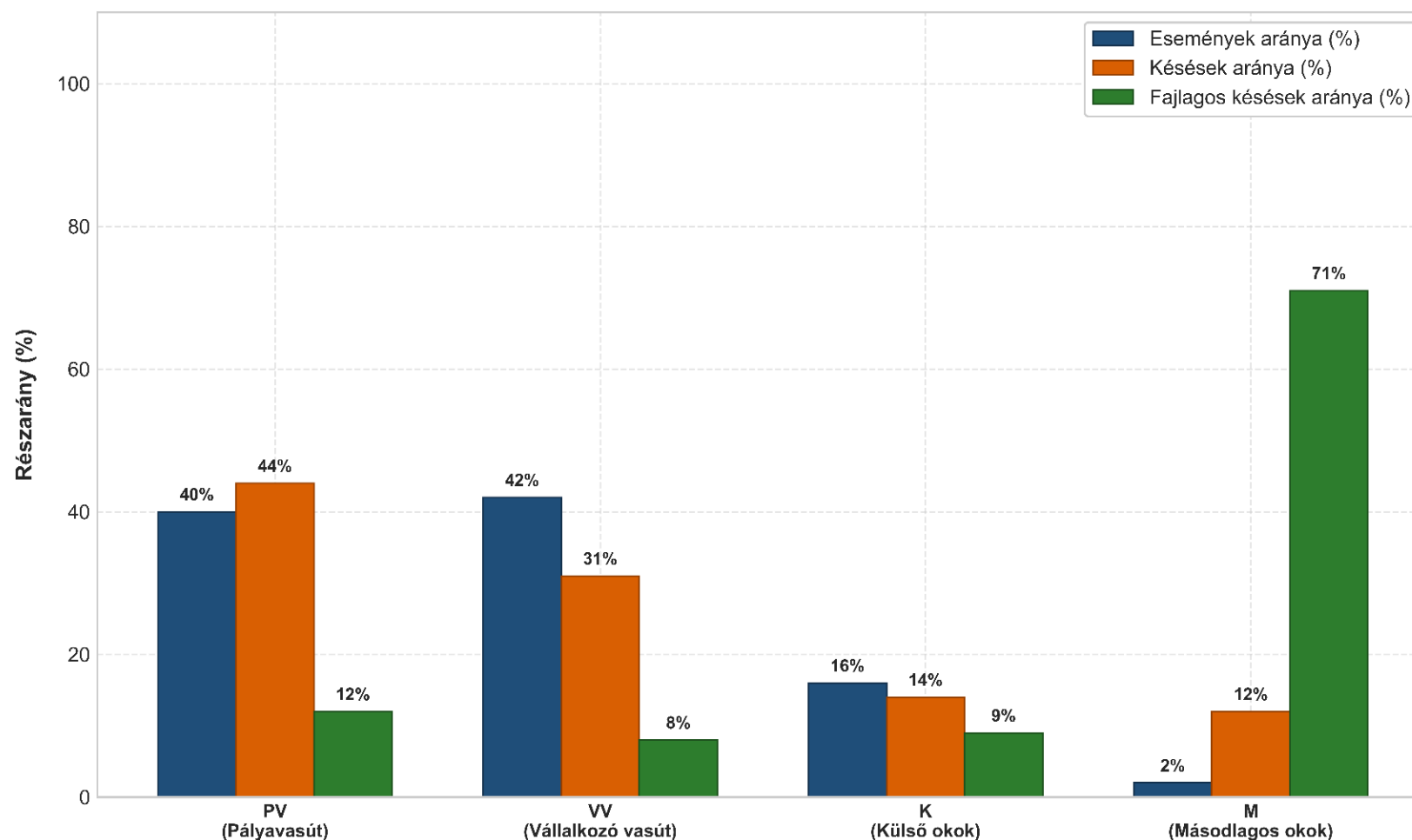
- Komplex zavar vagy gázolás
- Kötelező hatósági helyszínelés
- Hálózatszintű dominóeffektus
- Magas igénybevétel

MÓDSZERTANI LOGIKA: A MAGAS FAJLAGOS KÉSÉS TARTÓS KÉNYSZERÁLLAPOTOT JELÖL
A helyreállítás ideje alatt a megváltozott forgalmi rend miatt további vasútbiztonsági kockázat

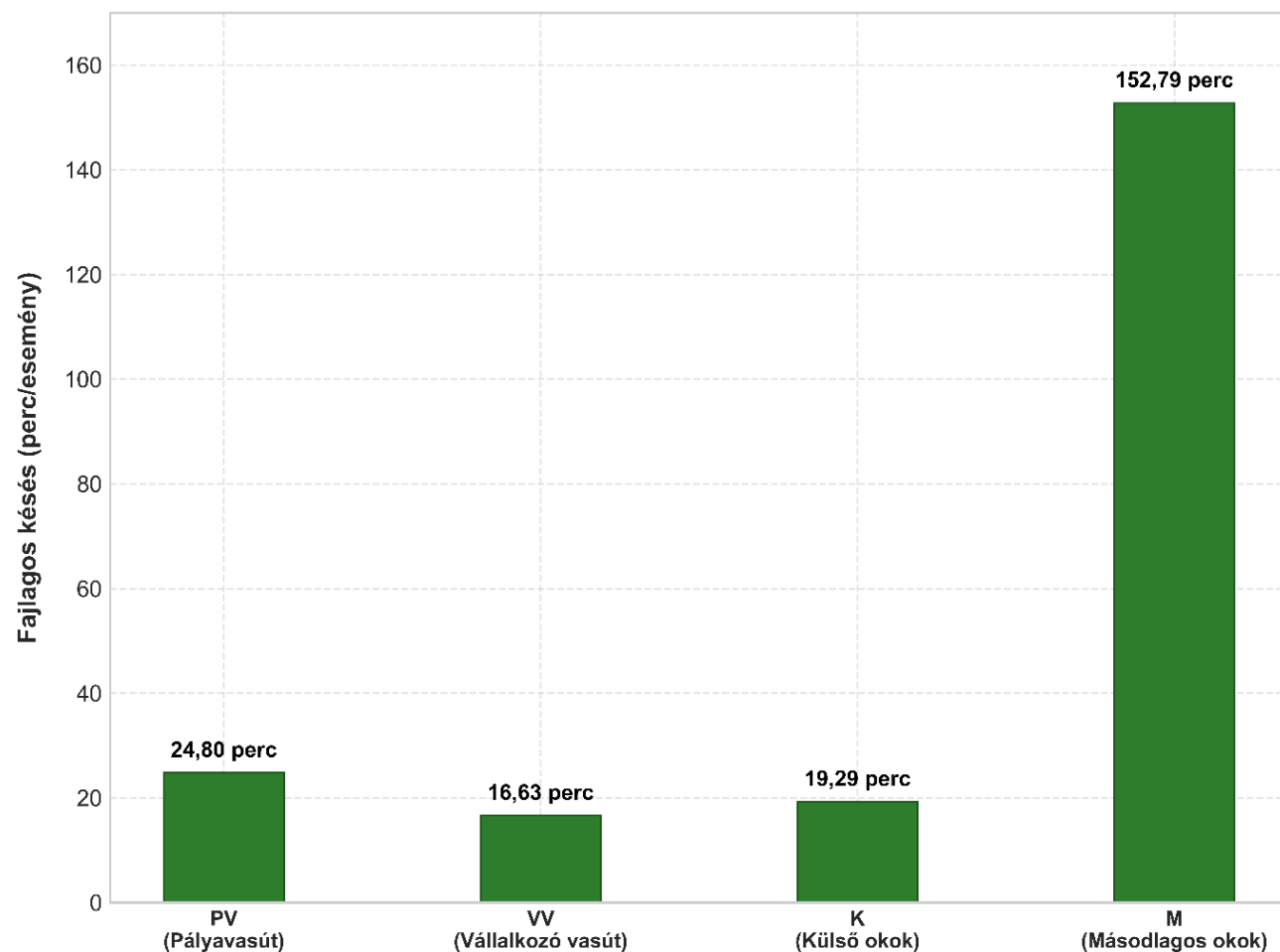
4. Események felelősségi csoportok szerint

	Esemény [db]	Esemény arány	Elsődleges késés [perc]	Késés arány	Fajlagos késés [perc/esemény]	Fajlagos késés arány
PV	975	40%	24 184	44%	24,8	12%
VV	1 032	42%	17 157	31%	16,63	8%
K	392	16%	7 561	14%	19,29	9%
M	43	2%	6 570	12%	152,79	71%
Össz.	2 442		55 472		22,72	

4. Események felelősségi csoportok szerint



4. Események felelősségi csoportok szerint



KRITIKUS HÁLÓZATI SOKKHAVÁS

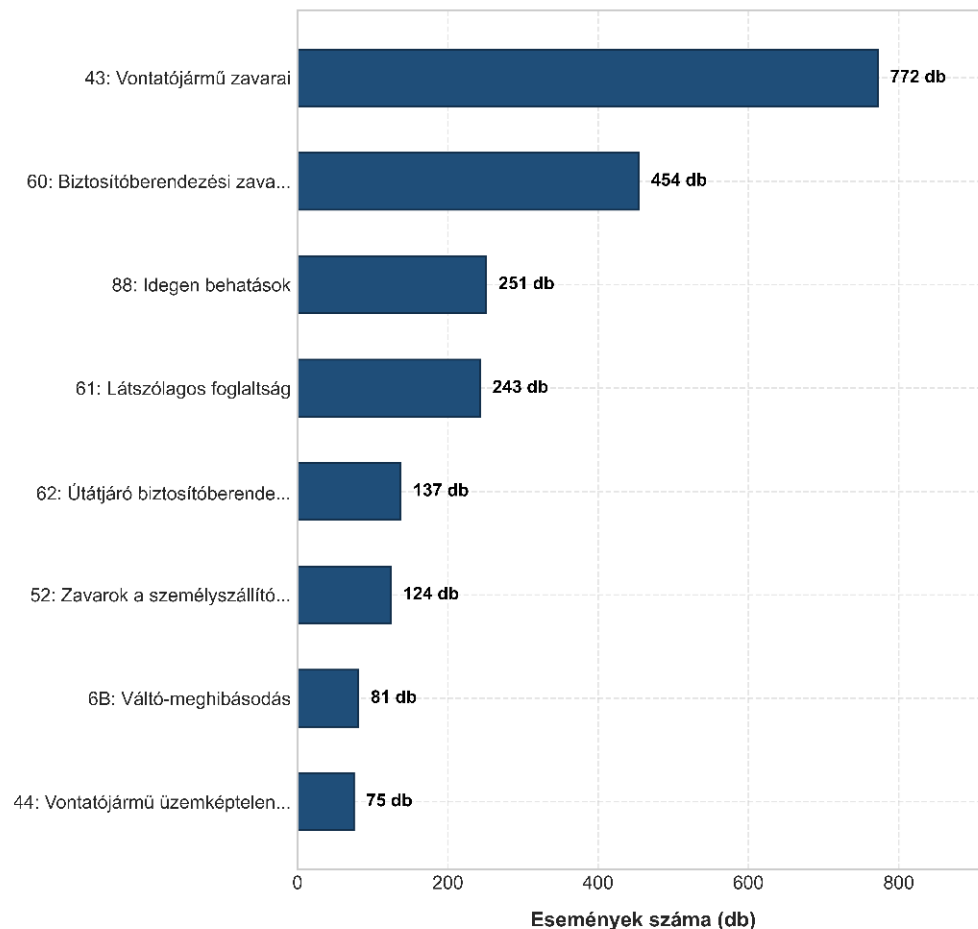
152,8 perc

ÁTLAGOS FAJLAGOS KÉSÉS ESEMÉNYENKÉNT

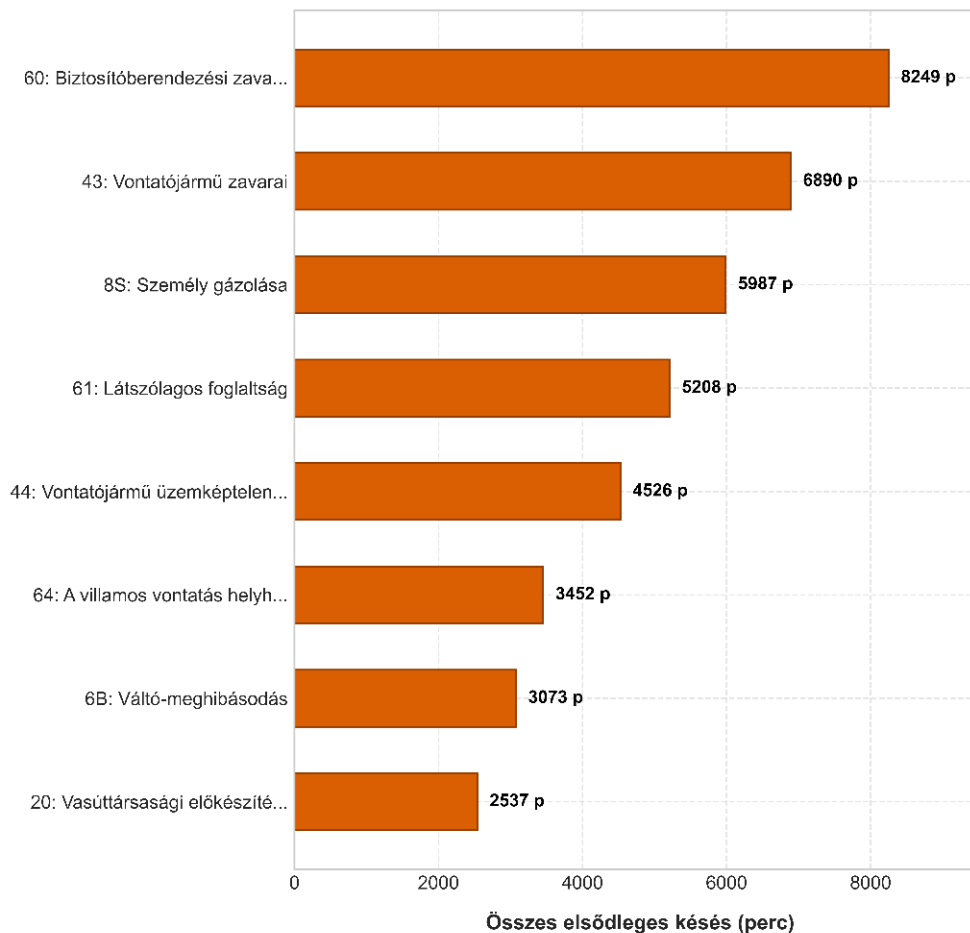
- **Arány**
Csupán az összes esemény 2%-a (43 db)
- **Összehasonlítás**
A hálózati átlag (22,7 perc) közel hétszerese
- **Kiváltó források**
Balesetek utóhatásai, hatósági eljárások
- **Hálózati reakció**
Nemlineáris késéshullám a teljes hálózaton

5. Késési kódok szerinti elemzés

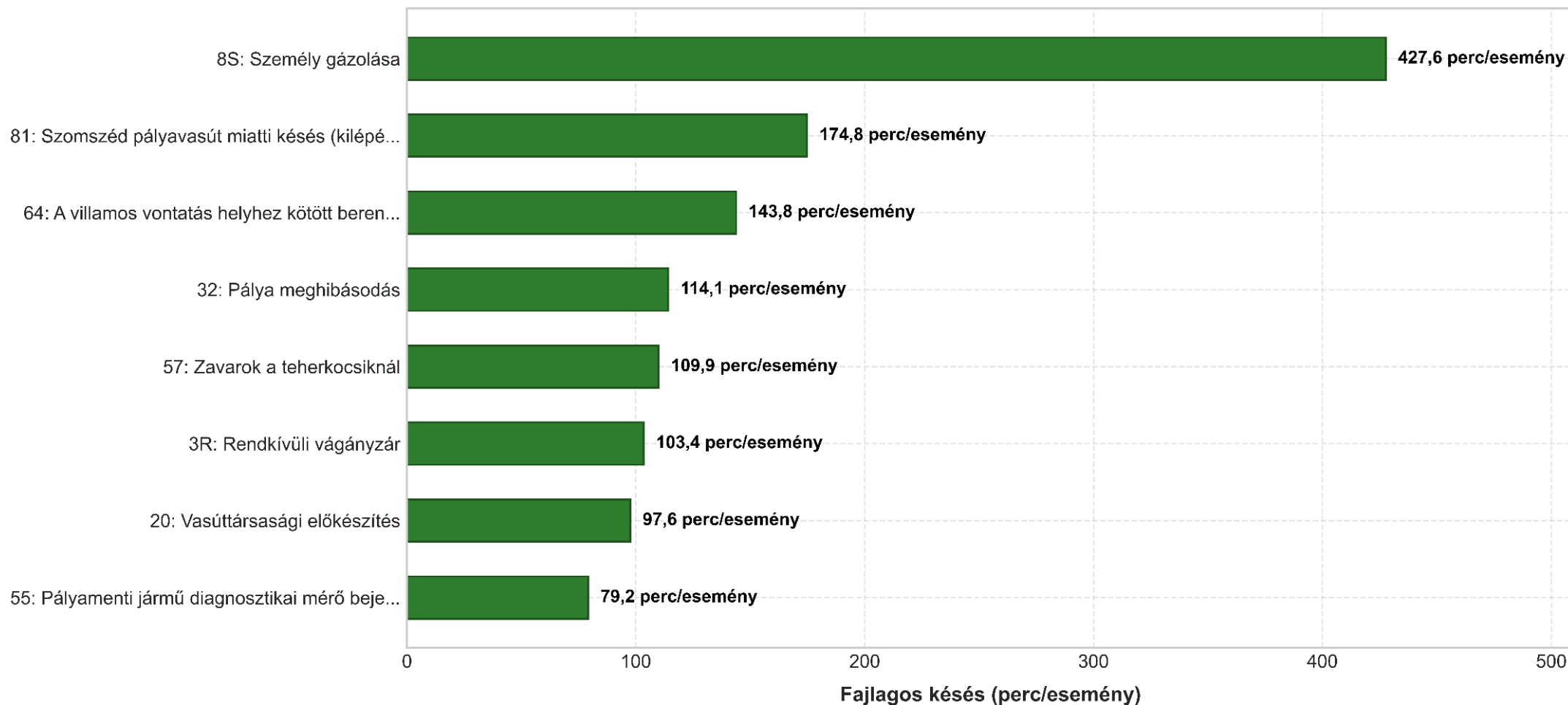
Az események száma szerint



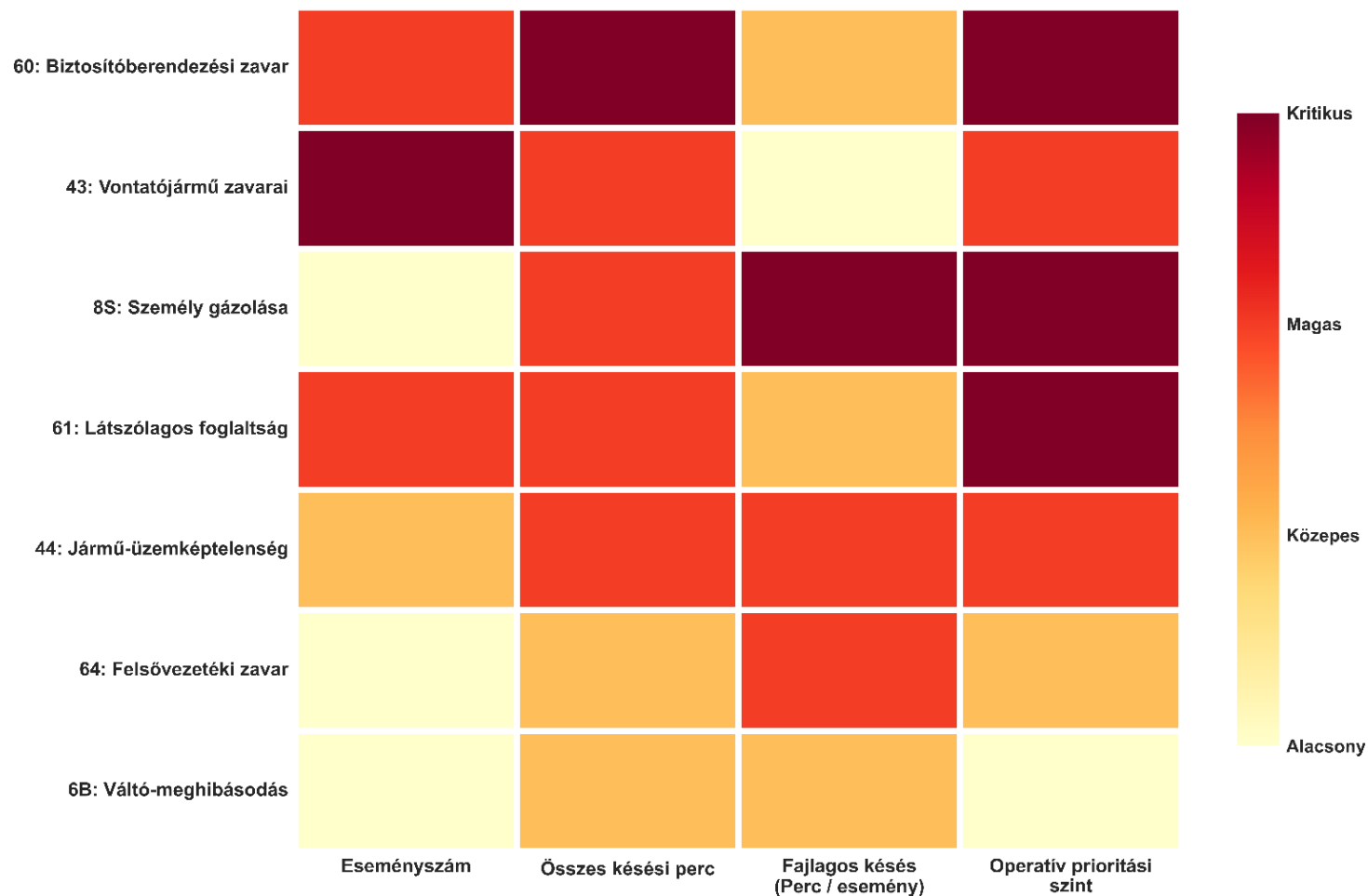
A generált késési percek szerint



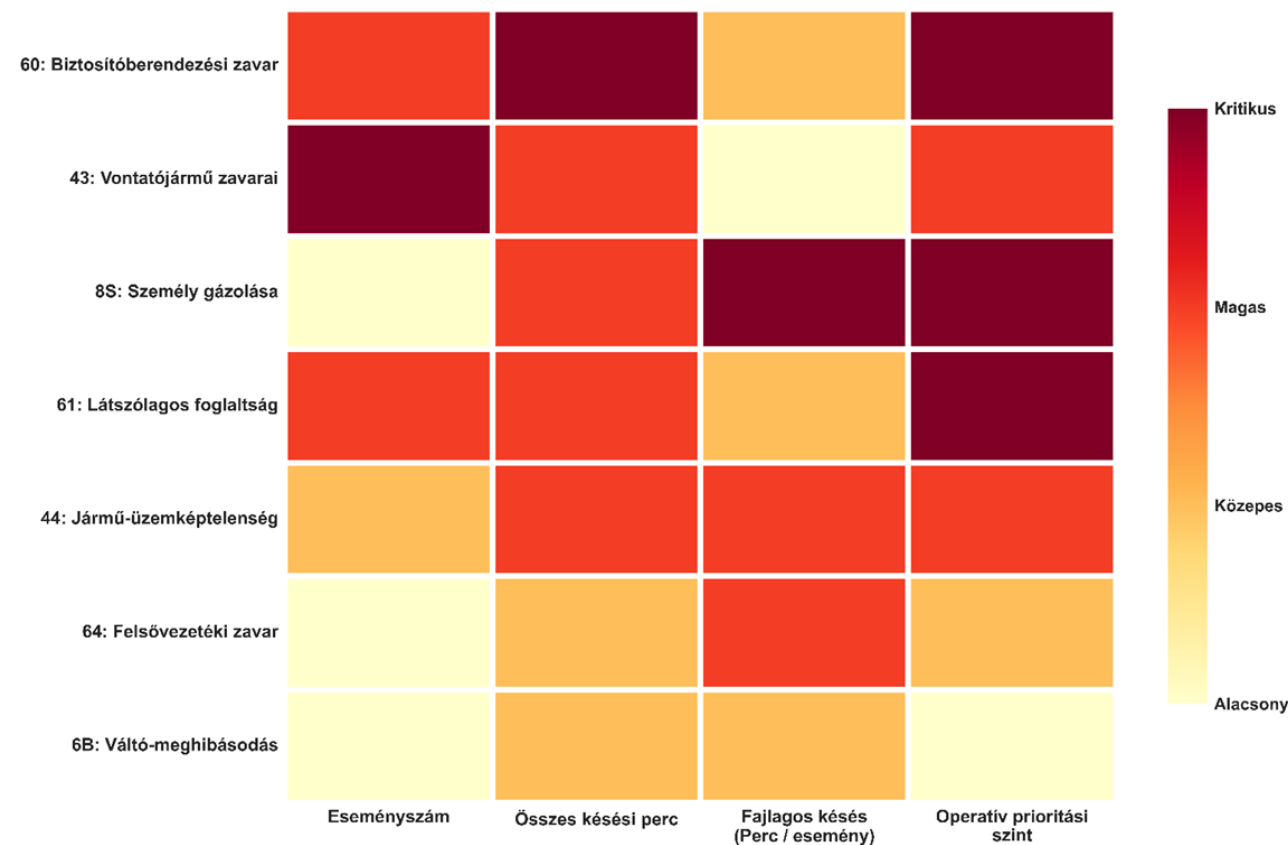
5. Késési kódok szerinti elemzés



5. Késési kódok szerinti elemzés



5. Késési kódok szerinti elemzés



Kritikus szint

- azonnali, hálózatszintű operatív kríziskezelést igényel
- prediktív modellezés során kiemelt szerep

Magas szint

- stratégiai szintű beavatkozást és kapacitástervezést igényel

Közepes szint

- rendszerszintű modellezési szempontból mérsékelt prioritás

Alacsony szint

- minden dimenzióban mérsékelt hatás

Konklúzió

- Reaktív forgalomirányítás – hátrányok
- Zavarokat nem elég gyakoriság alapján tekinteni
 - Gyakoriság
 - Összesített késési percek
 - Fajlagos késés
- Összesített súlyozott arány szükséges
- Prediktív forgalomirányítás – stabilitás és közlekedésbiztonság
- További kutatási irány:
 - késési kódok szerinti elemzés és súlyszámok pontos meghatározása

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

Várom kérdéseiket!
takacs.amon@sze.hu