

**TERMINOLOGY OF EMERGENCY  
MASS MOVEMENTS****A VÉSZHELYZETI TÖMEGMOZGÁSOK  
TERMINOLÓGIÁJA**EDELMANN Dóra<sup>1</sup>**Abstract**

With the spread of urbanization, the safety of mass populations has gained increasing emphasis. The field of crowd dynamics, which studies human movement, is based on classical scientific disciplines. Physics, mathematics, engineering, sociology, psychology, and medicine are just a few of the disciplines whose findings contribute to this field. However, crowd dynamics has become an independent field of study in the 21st century. As is often the case with emerging sciences, the consolidation of relevant knowledge is an ongoing process, and the necessary specialized terminology is not yet available either domestically or internationally. This study proposes a method for naming and categorizing distinct motion phenomena in crowd dynamics. It is based on the recognized physical phenomena in motion processes, the temporality of events, the characteristics of resulting accidents, and scientometric indicators.

**Keywords**

crowd movement, crowd dynamics, terminology, emergency, crowd, security, scientometrics

**Absztrakt**

Az urbanizációval az embertömegek biztonsága egyre nagyobb hangsúlyt kap. Az emberek mozgását kutató tömegdinamika klasszikus tudományterületek alapjain áll. A fizika, a matematika, a mérnöki tudományok, a szociológia, a pszichológia, az orvostudomány csak néhány azon diszciplínák közül, melyek felismerései megjelennek ezen területen. Önálló tudományággá ugyanakkor a XXI. században vált. Mint a fiatal tudományok esetében gyakran tapasztalható, a vonatkozó ismeretanyag egységgé formálódása folyamatos, a szükséges szakszókincs ugyanakkor sem hazai, sem pedig nemzetközi vonatkozásban még nem áll rendelkezésre. A tanulmány a tömegdinamikában jellegzetesen elkülöníthető mozgásjelenségek megnevezésére és csoportosításának módozatára tesz javaslatot. Alapul a mozgásfolyamatokban felismert fizikai jelenségek, az események időbelisége, a bekövetkező balesetek jellemzői és szcientometriai mutatók szolgálnak.

**Kulcsszavak**

tömegmozgás, tömegdinamika, terminológia, vészhelyzet, embertömeg, biztonság, szcientometria

<sup>1</sup> edelmann.dora@phd.uni-obuda.hu | ORCID: 0009-0005-9882-3500 | PhD student at the Doctoral School for Safety and Security Sciences Óbuda University | Doktorandusz, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

## ELŐZMÉNYEK

Az egyes vészhelyzeti mozgások megkülönböztetése és feltárása, a történések, a mozgásjellemzők, a bekövetkezett balesetek szempontjából történő megközelítés korunk aktuális kutatási feladata. [1] Haghani a tömegdinamika önálló tudományterületét analizálta Chen publikációjában [2] között szcientometriai módszerek szerint. A tanulmányában feltárt kutatási területek közül a gyalogos menekülés („pedestrian evacuation”) témacsoport bizonyult a legnagyobbaknak, a gyalogos dinamika („pedestrian dynamics”) a második helyen szerepelt. [3] A múltbéli felismerések implementálását, az új irányvonalak kijelölését egyaránt nagymértékben nehezíti, hogy mind a hazai, mind pedig a nemzetközi szakmai szókincsből hiányoznak a folyamatokat megfelelően leíró fogalmak. A megfelelő kifejezések hiányát, a közös nyelvezet szükségességét jól szemlélteti, hogy még az alapvető fogalmakra is (példaként „tömeg”, vagy „gyalogos”) egyelőre körülírások, ajánlások születtek. [4] A meglévő, angol nyelvű megnevezések közül régebben használtak pontatlanságára, a sajtóban megjelenő kifejezések helytelenségére való figyelemfelhívás a nemzetközi szakirodalom visszatérő eleme napjainkban, hazai szókincsünk pedig rendkívül hiányos a területen. Felismerésre került, hogy új kifejezésekre és a tömegben előforduló balesetek tudományos magyarázatainak terjesztésére van szükség. [5]

## MÓDSZEREK

A vészhelyzeti tömegmozgások alapvető csoportosítási rendszerének és terminológiájának meghatározása a következő három módszer együttesével történt:

- 1) Szcientometriai megközelítés: A Web of Science Core Collection (WoS) adatbázisában szereplő, első 500-1500 releváns publikáció címében megjelenő tematikus kifejezések és az idézések mezo-szintű témabesorolásai szerint kigyűjtött adatok CiteSpace szoftver 6.2.R2 verziójával történő elemzése. A véleménybányászatra alkalmazott program [6] az egyes publikációkat tematikus csoportokba (klaszterekbe) rendszerezi, három algoritmus alapján:
  - látens szemantikai indexelés (LSI, „latent semantic indexing”) [7];
  - logaritmus valószínűségi arány (LLR, „log-likelihood ratio”) [8];
  - kölcsönös információ (MI, „mutual information”) [9].
- 2) Szakirodalom szisztematikus feltárása.
- 3) Empirikus megközelítés: A megtörtént esetekről készült videófelvevételek, fényképek, leírások tanulmányozása.

## NORMÁL ÉS VÉSZHELYZETI TÖMEGMOZGÁSOK

Az embertömeg-mozgások jellegzetességeit tekintve elkülöníthetőek a normál helyzeti gyalogosmozgások és a vészhelyzeti tömegmozgások. [10] A WoS adatbázisában szereplő publikációk címében megjelenő kifejezések és az idézetek témabesorolásai közelebbi képet mutatnak a két fogalom eltéréséről. (1. Táblázat) Megállapítható, hogy a hivatkozott tanulmányok minden keresett kifejezés esetén igen nagy arányban a „közlekedés” valamilyen témájában íródtak. A vészhelyzeti mozgások körébe sorolható kereső kifejezéseknél azonban minden esetben megjelennek az egészségügy témakörei is a hivatkozási területek között.

idézési téma	kifejezések a címben						
	gyalogos mozgás <sup>*1</sup> N=3263	tömegdinamika gyalogos <sup>*2</sup> N=1629	tömeg vészhelyzet <sup>*3</sup> N=2863	gyalogos vészhelyzet <sup>*4</sup> N=1657	tömeg biztonság <sup>*5</sup> N=2440	menekítés tét <sup>*6</sup> N=31643	tömegdinamika vészhelyzet <sup>*7</sup> N=521
közlekedés	1. (30%)	1. (78%)	2. (30%)	1. (61%)	1. (33%)	1. (32%)	1. (80%)
automatizálási és vezérlőrendszerek		3. (1%)					
telekommunikáció	3. (12%)			3. (5%)			
számítógépes látás és grafika	2. (29%)	2. (4%)			2. (11%)		3. (2%)
egészségügyi ellátás			1. (33%)		3. (7%)		2. (5%)
baleseti sebészet			3. (3%)	2. (7%)		2. (5%)	
égés						3. (4%)	

1. Táblázat, WoS adatbázisában szereplő publikációk címében megjelenő kifejezések és az idézések mezo-szintű témabesorolásai, az adott kifejezéscsoport esetében az előfordulási rangsor első három tagjának a teljes hivatkozási területen mért százalékának megadásával, vizsgálat ideje: 2023.05.18., (\*1: „pedestrian motion”, \*2: „crowd dynamic pedestrian”, \*3 „crowd emergency”, \*4: „pedestrian emergency”, \*5 : „crowd safety”, \*6, „evacuation space”, \*7 : „crowd dynamic emergency”)

A mozgásfolyamatok és a balesetek bekövetkeztének leírására hivatott angolnyelvű szakirodalomban használt kifejezésekre való keresés esetén már kevésbé egyértelmű kép rajzolódik ki. A vizsgálat során az alábbi szavak az „embertömeg” („crowd”) kifejezés párosításával képezték a publikációk címében való keresés tárgyát: (2. Táblázat)

- „stampede”: bélyegzés, fejvesztett menekülés, mely gyakran a tömegben előforduló mindennemű balesettel összefüggésben használt;
- „crush”: összetörés, zúzás értelmezésű, szintén a tömegben előforduló minden baleseti formára alkalmazott;
- „walk”: séta, gyaloglás;
- „flow”: folyam, áramlás;
- „panic”: pánik, riadalom, gyakran a tömegben előforduló minden baleseti formára alkalmazott kifejezés;
- „surge”: hullámozás;
- „injuries”: sérülések.

idézési téma	kifejezések a címben						
	(„crowd stampede”) N=223	(„crowd crush”) N=91	(„crowd walk”) N=1408	(„crowd flow”) N=4320	(„crowd panic”) N=395	(„crowd surge”) N=215	(„crowd injuries”) N=521
közlekedés	1. (57%)	1. (55%)	1. (38%)	1. (38%)	1. (60%)		1. (19%)
neuroscanning					3. (2%)		
numerikus módszerek			3. (4%)				
egészségügyi ellátás						1. (13%)	3. (5%)

idézési téma	kifejezések a címben						
	(„crowd stampede”) N=223	(„crowd crush”) N=91	(„crowd walk”) N=1408	(„crowd flow”) N=4320	(„crowd panic”) N=395	(„crowd surge”) N=215	(„crowd injuries”) N=521
baleseti sebészet	3. (4 %)	2. (9 %)		3. (5 %)		3. (9 %)	2. (15%)
számítógépes látás és grafika	2. (19 %)	3. (9 %)	2. (6 %)	2. (13%)	2. (7 %)		
megosztott és valós idejű számítás						2. (11%)	

2. Táblázat, A WoS adatbázisában szereplő publikációk címében megjelenő, az angolnyelvű szakirodalomban gyakran tömegmozgással és balesetekkel összefüggésben használt kifejezések és az idézetek mezo-szintű téma-besorolásai, az adott kifejezéspár esetében az előfordulási rangsor első három tagjának a teljes hivatkozási területen mért százalékának megadásával, vizsgálat ideje: 2023.05.14.

A nemzetközi szakirodalmi áttekintéséből megállapítható, hogy a veszély és a tömegmozgás fogalmainak tematikus velejárója az egészségügyi ellátás szükségessége, azaz a baleset. Elengedhetetlenül szükséges tehát a megfelelő fogalmak megtalálásánál, az egyes mozgásfolyamatok rendszerezésénél ezen negatív történés figyelembevétele, az események folyamatának alaposabb megismerése.

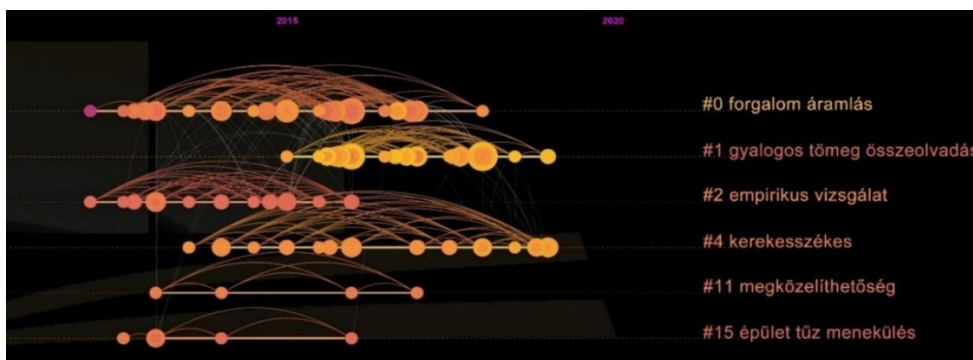
A „vészhelyzet és mozgás” („emergency, movement”) kifejezések a WoS adatbázisban szereplő 7100 publikáció címében találhatóak meg. Az 1500 releváns publikáció összesen hat nagy klasztert alkot. Ezek sorszám / méret / LSI / LLR / MI felsorolás szerint rendre a következők:

- #0 / 40 / építészeti tervezés / forgalom áramlat / gyalogos mozgás dinamika
- #1 / 34 / sokemeletes épület vészkiürítési viselkedése / forgalom áramlat / gyalogos tömeg összeolvadás
- #2 / 19 / embertömeg / empirikus vizsgálat / hozzáférhetőség
- #4 / 16 / kerekesszékes / kerekesszékes / gyalogos mozgás
- #11 / 9 / fogyatékkal élők sürgősségi menekítése: gyakorlatok, szimulációk és hozzáférhetőség felmérése / hozzáférhetőség / hozzáférhetőség
- #15 / 7 / elrettentő kijárat jelzések / épület tűz kiürítés / személyhajó

A két legnagyobb, vészhelyzethez és mozgáshoz kötődő klaszter tehát az épített környezettel, és a tömegdinamikával együttesen foglalkozik. Velük együtt alkotja a terület magját az empirikus vizsgálatok területe. Tőlük távolabb a kerekesszéket használók mozgása és a fogyatékkal élők sürgősségi menekítése. A hatodik legnagyobb klaszterben pedig a meneküléssel kapcsolatos jelzések témaköre szerepel, az épületek és hajók tüzesetével is összefüggésben. (1. ábra) (2. ábra)



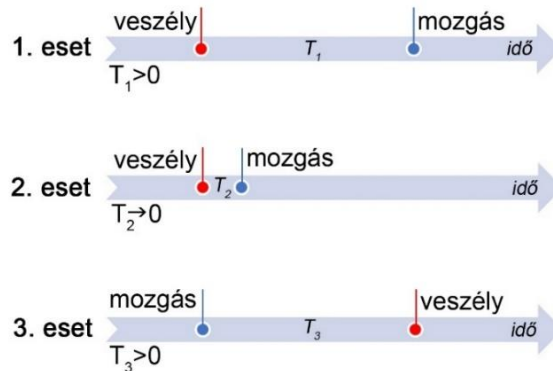
1. ábra, vészhelyzet és mozgás („emergency movement”) kifejezések címszavakban való előfordulása szerint listázott első 1500 releváns publikáció hivatkozási és tudományos klaszter rendszere



2. ábra, vészhelyzet és mozgás („emergency movement”) kifejezések címszavakban való előfordulása szerint listázott első 1500 releváns publikáció hivatkozási és tudományos klaszter rendszere időrendben

## A VÉSZHELYZETI MOZGÁSOK IDŐBENI ELTÉRÉSEI

A vészhelyzeti tömegmozgások általános jellemzője a mozgás fő motivációja, miszerint az egyének valamilyen vélt, vagy valós veszélyforrás elől biztonságos helyzetbe szeretnének kerülni, vagy éppen elszenvető alanyai a kialakult veszélyhelyzetnek. Az egyes folyamatok ok-okozati összefüggéseinek keresésénél a történések időbelisége kulcsfontosságú. Eszerint a mozgás követheti a vészhelyzetet, kialakulhat azzal közel egyidőben, de akár oka is lehet annak. (3. ábra)



3. ábra, veszélyforrás és vészhelyzeti mozgások időbeni megjelenése

Az első esetre jellemző példa a kiürítés, menekülés folyamata. A második eset jellegzetességeit a tömegben fellépő hirtelen reakciómozgások mutatják. A harmadik esetre az előzetes külső fizikai vészhelyzettel nem rendelkező események szolgáltatnak példát.

## A MENEKÜLÉS

A tűzvédelem területén a vészhelyzeti tömegmozgás jellemzően a menekülés folyamata, mely a hazai és nemzetközi gyakorlatban egyaránt az észlelési idő, a kiürítés előtti időtartam és a kiürítés időtartamának hármásából áll. A kiürítés előtti időtartam a riasztási idő, az érzékelési idő, az értelmezési idő és a döntésmeghozatali idő egymásutánjaként írható le, mely folyamatok együttese akár percekig is eltarthat. [11] [12] A meneküléshez szükséges idő (RSET, TNE) tehát meghatározható, ahogyan a menekülésre alkalmas körülmények fennállásának határáig tartó menekülésre rendelkezésre álló idő (ASET, TAE) is. A veszélyforrás keletkezése tehát megelőzi az egészséget veszélyeztető tényező bekövetkezését idejét. (3. ábra, 1. eset) értéke pedig ASET, TAE. [13] A tűzvédelem területén belül használt „evacuation” (kiürítés, menekülés) kifejezés a veszélyhelyzet bekövetkezése után történő haladási folyamat megnevezésére releváns, a szakirodalomban elterjedt.

## A REAKCIÓ-MOZGÁS

A vészhelyzeti tömegmozgások csoportján belül fentiekől eltérő jellegzetességekkel rendelkeznek azon események, melyeknél az életveszélyes helyzet hosszabb előzmény nélkül alakul ki, a menekülés folyamata pedig ezen esemény után, hirtelen reakcióként történik. (3. ábra, 2. eset) Példaként ide sorolhatóak a tömegben történt terrortámadások, közvetlen fegyveres fenyegetések, szerkezeti elemek gyors tönkremenetele, vagy természeti csapások után bekövetkező mozgásfolyamatok. További jellegzetességként nevezhető meg, hogy a tűzvédelmi menekülés folyamatában a kiürítés előtti idő értékének egyéni változatossága, valamint a gyakran térkapcsolatokon áthaladó, egyénileg változó úthosszakat eredményező jellegzetességei a torlódások kockázatát csökkenthetik, ugyanakkor a hirtelen reakcióként jellemzett tömegmozgásokban az egyének közel azonos sebességgel és időben, gyakran azonos téréből egyszerre reagálnak. Ezen események baleseti és fizikai, ket-

tős szemléleti megközelítésű kutatását nagyban nehezíti, hogy a részletes hatósági, orvosszakértői, vagy igazságügyi vélemények rendelkezésre állása nélkül nehezen különíthető el a balesetek közül, melyik a közvetlen kiváltó ok, és melyik az esemény után kialakuló tömegmozgás következménye. A jelenséget ugyanakkor minden esetben a történet környezetében lévő emberek gyors és kollektív reagálása jellemzi. Ennek megfelelően a vészhelyzeti reakció-mozgás kifejezés használata javasolható együttes leírásukra.

## ÖNGERJESZTŐ FOLYAMATOK

A vészhelyzeti tömegmozgás folyamatok között önálló jellegzetességekkel bírnak azon események, melyeknél a tömeg mozgása, vagy a tömeg több tagjának egyéni, illetve kollektív viselkedése maga a potenciális veszélyforrás. (3. ábra, 3. eset) Ezen esetekben jellemzően nem határozható meg életveszélyesnek ítélt előzetes külső fizikai jelenség, [14] a történések az embertömeg egyfajta öngerjesztő folyamatoként következnek be. Ezen csoportba sorolhatóak:

- a tömeget alkotó egyének nagyon magas számánál jelen lévő, erős motiváció hatására kialakuló, aszimmetrikus mozgásfolyamatok;
- extrém zenei eseményeken előforduló testi aktivitások; [15][16][17]
- a tömeg igen nagy létszámsűrűségére visszavezethető jelenségek; [18]
- a reakció-mozgások vélt veszélyforrású módosulatai (pl. tömeg hirtelen szétnyílása, dinamikus tömegáramlás).

Az öngerjesztő tömegmozgás folyamatok és a reakció-mozgások közötti legnagyobb eltérés ezen megközelítés szerint tehát egyértelműen a valóságos és észlelt életveszélyes helyzet fizikai megléte, vagy annak hiánya. Ugyanakkor a tömeg mozgása nem írható le megfelelően a kollektív viselkedés területén elért szociológiai és pszichológiai felismerések [19] [20], az aktuális társadalmi fenyegetettségérzet [21] figyelembevételével. A tömeg egészének, egyes csoportoknak, vagy az egyéneknek a társadalomtudományok területén megfogalmazott jellemzőinek nemcsak a mozgás folyamatára, de akár – különösen az öngerjesztő folyamatok csoportján belül – a veszély keletkezésére is igen nagy hatásuk lehet. Adott mozgásfolyamat valós külső fizikai ok nélkül is végbe mehet a reakció-mozgásokkal nagymértékben egyező módon, példaként vélt veszélyforrás esetén. Ugyanakkor a fizikai és baleseti kettős megközelítés esetén az öngerjesztő folyamatok elkülönítése a fizikai külső tényezők kizárásával a történések pontosabb feltárására adhat lehetőséget, mely különösen a kevés hiteles dokumentációval rendelkező esetek megértésében nyújthat segítséget.

### Aszimmetrikus öngerjesztő mozgásfolyamatok

Curtis és munkatársai [22] a gyalogosmozgások hitelesebb szimulációja okán javasolják a tolokodás figyelembevételét, melyet aszimmetrikus egyéni interakcióként jellemeznek. Munkájukban két domináns eseményt jelöltek meg a jelenség folyamatoként, így a metróperonon már várakozó emberek és a későn jövő, tolokodó emberek mozgásjelenségét, továbbá a Tawaf iszlám zarándoklati rituálét. A látványosságok, nagy érdeklődésre számot tartó pontok (PoI, Point of Interest) körül csoportosuló tömeg jellegzetességei a gyalogosmozgások vonatkozásában szintén meghatározóak. [23] Martinez-Perdiguero [24] a PoI-k

környezetében elhelyezkedő emberek és a fermionoknál felismert Fermi-Dirac eloszlás közötti illeszkedést írta le, egy szabadtéri koncert színpad körül csoportosuló tömeg és egy bevásárlóközpont parkolójában álló autók mintáján. [24] Egy öt főből álló sor hátulról érkező lökés hatására történő elmozdulását vizsgálták elméleti és kísérleti megközelítéssel Wang és munkatársai. [25] Eredményeik szerint a sor hátulról érkező lökés hatására dominóként viselkedik, az impulzus azonban nem egyenletesen terjed. Feldmann és Adrian [26] hasonló kísérleti beállításokkal végzett megfigyelései szerint a sorban hátul álló egyént meglökve az ütés továbbadásának módja függ a lökés erősségétől, és a személyek távolságától. Elméletük szerint az egy sorban álló emberek esetén a lökés terjedése nem dominóként, hanem fordított ingaként modellezhető. Song és munkatársai [27] tanulmányukban a hátulról érkező lökés nagysága, a személyek távolsága és száma közötti összefüggéseknek megfelelő, módosított szociális-erő modellt javasoltak, hat elemből álló dominó sor hatását vizsgálva.

Megtörtént esetek vizsgálatából megállapítható, hogy a fenti elvekhez hasonlatos mozgások a tömegben különösen veszélyesek lehetnek, akár kisebb résztvevőlétszám esetén is halálos kimenetelű baleseteket okozhatnak. A tömegben lévő motiváció erőssége ugyanis nemcsak a tömeg leghátsó sorát, hanem egy egész hátsó mezőt, vagy akár az egész tömeget elmozdulásra készítheti. A jelenség a mozgásvonalak irányultsága alapján elkülöníthető vonalmenti és koncentrikus formákra.

A vonalmenti aszimmetrikus mozgásoknál a tolóerő a tömeg szélesebb tartományában, párhuzamosan jelenik meg. A jelenség megfigyelhető a 25 sérültet eredményező 2019. augusztus 31-i Seattle's Bumbershoot fesztivál Jai Wolf koncertjén történt kordon összeomlás előtt. A rendezvényen 3000 résztvevő sorakozott fel a legalább 20 méter széles színpad előtt, becsült létszámsűrűségük helyenként elérte a  $6 \text{ fő/m}^2$  értéket. (4. ábra) A nézők közel sík, füves területen álltak. A színpad előtt 120 cm magas kordon állt. A koncert kezdetekor a hátul állók nagy számban és egyidőben léptek közelebb a színpad felé, az első sorokban állók előre zuhanását okozva. (videó 1., 0:49-0:57)



4. ábra, 2019. augusztus 31-i Seattle's Bumbershoot fesztivál Jai Wolf koncert, forrás: komonews.com

Az aszimmetrikus mozgások koncentrikus módozatában a tömeg szélességi méretéhez képest pontszerű irányultsággal rendelkeznek. (5. ábra)(6. ábra) Ezen igen magas érdeklődési értékkel rendelkező terület (javasolt megnevezés: HPOI, High Point of Interest) irányában történő kollektív elmozdulás az üvegnyak („bottle neck”) hatáshoz igen hasonló



mozgásformákkal jellemezhető. Különbség azonban ezen esetben a kijárat hiánya, vagy nagymértékben korlátozott volta.



5. ábra, adományosztás, Pakisztán,  
forrás: awazthevoice.in



6. ábra, Black Friday akció, Washington,  
forrás: der-postillon.com

Az aszimmetrikus öngerjesztő vészhelyzeti tömegmozgások esetében a tömeg teljes egészére jellemző nagyon erős motiváció már kisebb létszámú embercsoport esetén is halálos kimenetelű baleseteket okozhat. A motiváció lehet:

- tárgyak megszerzése (pl. adományosztások<sup>2</sup>, vagy kereskedelmi akciók<sup>3</sup>);
- eseményekre való bejutás<sup>4</sup>;
- személyekkel való kontaktus<sup>5</sup>;
- társadalmilag előnyös feltételek megszerzésének lehetősége.<sup>6</sup>

Ezen külső kiváltó életveszélyes fizikai ok nélküli, de életveszélyessé váló erős tömegmotivációval jellemezhető események társadalmi oka feltételezhetően a szociológia és pszichológia területein felismert szűkösség („scarcity”) [28], a lemaradástól való félelem („FoMO, Fear of Missing out”), a versengő magatartás és a tömeg érzelmfokozó hatásának együttesével magyarázható.

### Extrém zenei eseményeken előforduló testi aktivitások („mosh”)

A rock, metal és punk koncertek nézői között gyakran előforduló, a tömeg többi tagjával való egyéni vagy csoportos, szándékos dinamikus fizikai kontaktusok („moshing”) sorolhatóak ezen mozgásfolyamatok körébe. (2. videó) A „moshing” mozgás egyfajta ritualizált tánc, mely a fizikai agressziót az érzelmek kollektív megjelenítésével ötvözi. [29] A „mosh pit”, „circle pit” „wall of death” fogalmak (angol nyelvű megnevezésükkel terjedtek el a magyar koncertlátogatók körében, ritkán magyarul: körgödör, halál fala) a sűrű tömegben agresszív, lökdösődő körkörös táncként, illetve a tömegből kiváló két csoport szándékos egymásnak rohanásaként írhatóak le. Silberberg és munkatársai [15] kutatásukban a

<sup>2</sup> 2023. április 20., Jemen, Sannaa, 85 halálos áldozat; 2023. március., Pakisztán, 16 halálos áldozat

<sup>3</sup> 2008. november 30., Black Friday akció, New York, USA 1 halálos áldozat; 2004. szeptember 2., IKEA nyitás, Jeddah, Szaúd-Arábia; 3 halálos áldozat

<sup>4</sup> 2010. október 24., Nyayo Nemzeti Stadion, Nairobi, Kenya, 7 halálos áldozat

<sup>5</sup> 2011. február 22., Modibo Keita Stadion, Bamakó, Mali, vallási rendezvény, 36 halálos áldozat

<sup>6</sup> 2020. október 21., Jalabad, Afganisztán, vízumkérelmek beadása, 15 halálos áldozat

„mosh pit” jelenségét rendezetlen gázszerű állapotként, míg a körgödör („circle pit”) folyamatát rendezett örvényszerű állapotként határozták meg. Milsten és munkatársai [30] nyolc koncert látogatói között történt balesetekről készített tanulmányából megállapítható, hogy a „mosh pit”-ekből származó, tízezer koncert-résztevőre jutó balesetek száma (PPTT) legalább átlagosan 26 volt. Hasonló eredményre (25,1) jutottak Janchar és munkatársai [16]. Az esetek legnagyobb részét (64%) fejsérülések tették ki.

### **Létszámsűrűségből adódó mozgásfolyamatok**

A résztvevők túlzott létszámsűrűségére visszavezethető tragédiák közül a 21 halálos áldozatot és 652 sérülést követelő, 2010. július 24-én Duisburgban történt Love Parade fesztivál tragédiája (3. videó, 4. videó) a sűrű tömegben fellépő balesetek vonatkozásában az elmúlt évtized legtöbbet hivatkozott eseményei közé tartozik. A történéseket rögzítő, nagyszámú térfigyelő kamera jó minőségű felvételeinek nyilvánossá tétele nagymértékben segítette a vonatkozó kutatásokat. Az eredmények hatalmas mérföldkövet jelentettek az álló, nagyon sűrű tömegben bekövetkező vészhelyzeti mozgásfolyamatok megismerésében. Tanulmányok születtek a sebességmezők detektálására [31], a fellépő turbulens áramlások és az erőterjedés sebesség-ingadozás előidézőjeként tartott, gyalogosok közötti érintkezés összefüggésére. A tömegben bekövetkező ún. tömegrengés („crowd-quakes”) jelenségét a létszámsűrűség és a sebesség együttes következményeként állapították meg. Rekonstruáltak egy nagyobb áramlási mezőt, mely a folyadékokra jellemző örvények jellegzetességeit mutatta [32]. Felismerésre került, hogy egyéb, sűrű tömegekben jellemző folyamatokhoz képest a duisburgi tragédiában rövidebb, többirányú és szabálytalan áramlásvektorok voltak detektálhatóak, a tömegben belüli kéttengelyű mozgás helyett pedig csak előre-hátra való mozgás volt lehetséges. [33] Tanulmányozásra került a nagylétszámú tömegben fellépő összetartó mozgásokra összpontosítva a sebességentrópia értékek és a torlódások összefüggése. [34] Egyéb kutatások szerint ugyanakkor a sűrű tömegre jellemző, feltárt turbulens áramlás és a meg-megálló („stop-and-go”) folyamatok nem feltétlenül a földrengésszerű "nyomásfelszabadulás" eredményei, a hirtelen sebességváltozásokból ugyanakkor elesések keletkezhetnek. Az ilyen típusú baleseteket helytelenül taposásnak és elsodrásnak („trampling” és stampede”) nevezték meg, holott az orvosszakértői vélemények kevesebb százalékban ismerik fel ezen sérüléseket elesés következményének, sokkal inkább fulladásnak. A turbulens áramlások kiváltó okaiként a tömegben haladók és állók, illetve a haladók miatt haladásra kényszerülő állók jelensége egyfajta vezető-követő mechanizmusként is leírásra került, kiemelve az egyének között fellépő különböző érintkezéseket. [35] Vizsgálat készült továbbá a negatív érzelmek tömegben való terjedéséről. [36] Összefoglalták a sérültekről és kezelésükről rendelkezésre álló adatokat, melyhez hasonló részletességű statisztikákat tartalmazó szakirodalom tömegkatasztrófáról még nem született. [37].

A megtörtént esetek sorában a duisburgi fesztivál tragédiája kiemelkedően jól dokumentált. Ennek ellenére a vonatkozó kutatások között nem található meg egyértelműen, a helyszínen pontosan hol és milyen okból következtek be balesetek. A nyilvánossá tett, elemzett videók felvételei az első haláleset bekövetkezése előtt 20 perccel befejeződnek, így az elemzések a balesetek előtti vészjósló mozgásokról tanulságos képet adnak, a hasonló esetek megelőzéséhez elengedhetetlenül szükségesek, a történések és okozati összefüggések felismerése azonban még mindig hiányos. Megfigyelhető továbbá, hogy az esetet leíró

szakirodalomban a résztvevők magas létszámsűrűsége a tragédia legfontosabb kiváltó jellemzőjeként ismertetett, ezen jellemző pontos értékeinek megadása, változásának folyamata mégsem képezte a vizsgálatok tárgyát.

A duisburgi tragédiát még számtalan, a résztvevők nagy létszámsűrűségére visszavezethető hasonló eset követte. Valószínűsíthető, hogy két, teljesen eltérő jelenség okozza a statikus tömeg létszámsűrűségére visszavezethető halálos baleseteket. A tömegben jelenlévő, mellkasra ható oldalirányú erő álló helyzetben lévő résztvevőknél is halálos kimenetelű kompressziós fulladást (asphyxia) okozhat. [38] A jelenség a nyomásértékek heterogenitása okán egy nagyobb terület (pl. szektor) eltérő pontjain is felléphet, mint az megfigyelhető volt az Astroworld Fesztivál<sup>7</sup> esetében is. (5. videó) Eltérő folyamat a nagy létszámsűrűségben előforduló csoportos stabilitásvesztés jelensége. Hatására akár 3-4 sorban egymáson heverő áldozatok százai kerülnek életveszélyes, fulladást okozó helyzetbe. (6. videó) A tragikus folyamat igen nagyszámú áldozattal jár.<sup>89</sup> Elnevezésére a tömegomlás kifejezés lehet megfelelő.

## ÖSSZEGLÉS

A tanulmány szcientometriai mutatók, a vonatkozó szakirodalom és megtörtént esetek vizsgálata alapján javaslatot tesz a normál és vészhelyzeti tömegmozgások elkülönítésére, a mozgásfolyamatok és a bekövetkezett balesetek eltérősége okán. A vészhelyzeti tömegmozgásokon belül a történések időbelisége szerint a „menekülés” a „reakció-mozgások” és az „öngerjesztő folyamatok” megkülönböztetését ajánlja. Az öngerjesztő folyamatokon belül az aszimmetrikus öngerjesztő, az extrém zenei eseményeken előforduló testi aktivitások és a létszámsűrűségből adódó mozgásfolyamatok eltérő vizsgálatát javasolja.

## VIDEÓ HIVATKOZÁSOK

sz.	helyszín, dátum	videó
1	Seattle's Bumbershoot fesztivál, 2019. 08 31.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=IfO9_njAOYQ">https://www.youtube.com/watch?v=IfO9_njAOYQ</a>
2	Körgödör és halál fala jelenségek, 2014.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=9LvE8jp77b8">https://www.youtube.com/watch?v=9LvE8jp77b8</a>
3	Love Parade, Duisburg, kamera 15 (alagút), 2010.07.24.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=osLQIVR--fU">https://www.youtube.com/watch?v=osLQIVR--fU</a>
4	Love Parade, Duisburg, kamera 13 (rampa), 2010. 07.24.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=QpzISdBE3dA">https://www.youtube.com/watch?v=QpzISdBE3dA</a>

<sup>7</sup> 2021. november 5., Travis Scott koncert, Astroworld, Houston, USA, 8 halálos áldozat

<sup>8</sup> 2010. november 22., Lámpásfesztivál, Phnom Pen, Kambodzsza, 375 halálos áldozat

<sup>9</sup> 2022. október 29., Halloween party, Szöul, Dél-Korea, 159 halálos áldozat

sz.	helyszín, dátum	videó
5	Travis Scott koncert, Astroworld, Houston, USA, 2021.11.5.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=LGXwJn-ZSikQ">https://www.youtube.com/watch?v=LGXwJn-ZSikQ</a> a videó a nyugalom megzavarására alkalmas jeleneteket tartalmaz!
6	Phnom Pen, Kambodzsa, 2010.11.22.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=t8Upo-QmN7uI">https://www.youtube.com/watch?v=t8Upo-QmN7uI</a> a videó a nyugalom megzavarására alkalmas jeleneteket tartalmaz!
7	Halloween party, Szöul, Dél-Korea, 2022.10.29.	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=DJ4e2tSeKB0">https://www.youtube.com/watch?v=DJ4e2tSeKB0</a> a videó a nyugalom megzavarására alkalmas jeleneteket tartalmaz!

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] W. Weng, J. Wang, L. Shen, and Y. Song, 'Review of analyses on crowd-gathering risk and its evaluation methods', *Journal of Safety Science and Resilience*, vol. 4, no. 1, pp. 93–107, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2022.10.004>.
- [2] C. Chen, 'Searching for intellectual turning points: Progressive knowledge domain visualization', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 101, no. suppl\_1, pp. 5303–5310, 2004, doi: [10.1073/pnas.0307513100](https://doi.org/10.1073/pnas.0307513100).
- [3] M. Haghani, 'The knowledge domain of crowd dynamics: Anatomy of the field, pioneering studies, temporal trends, influential entities and outside-domain impact', *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 580, 2021, doi: [10.1016/j.physa.2021.126145](https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.126145).
- [4] J. Adrian *et al.*, 'A Glossary for Research on Human Crowd Dynamics', *Collect Dyn*, vol. 4, 2019, doi: [10.17815/cd.2019.19](https://doi.org/10.17815/cd.2019.19).
- [5] H. Lügering, D. Tepeli, and A. Sieben, 'It's (not) just a matter of terminology: Everyday understanding of "mass panic" and alternative terms', *Saf Sci*, vol. 163, p. 106123, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106123>.
- [6] Y. Zhu, M. C. Kim, and C. Chen, 'An investigation of the intellectual structure of opinion mining research', *Information Research*, vol. 22, no. 1, 2017.
- [7] S. Deerwester, S. T. Dumais, G. W. Furnas, T. K. Landauer, and R. Harshman, 'Indexing by latent semantic analysis', *Journal of the American Society for Information Science*, vol. 41, no. 6, 1990, doi: [10.1002/\(SICI\)1097-4571\(199009\)41:6<391::AID-ASII>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4571(199009)41:6<391::AID-ASII>3.0.CO;2-9).
- [8] T. Dunning, 'Accurate methods for the Statistics of Surprise and Coincidence', *Computational Linguistics*, vol. 19, no. 1, 1993.
- [9] L. Zheng, 'Using mutual information as a cocitation similarity measure', *Scientometrics*, vol. 119, no. 3, 2019, doi: [10.1007/s11192-019-03098-9](https://doi.org/10.1007/s11192-019-03098-9).
- [10] J. Liu, Y. Chen, and Y. Chen, 'Emergency and disaster management-crowd evacuation research', *J Ind Inf Integr*, vol. 21, 2021, doi: [10.1016/j.jii.2020.100191](https://doi.org/10.1016/j.jii.2020.100191).

- [11] M. Forsberg, J. Kjellström, H. Frantzich, A. Mossberg, and D. Nilsson, 'The Variation of Pre-movement Time in Building Evacuation', *Fire Technol*, vol. 55, no. 6, pp. 2491–2513, Nov. 2019, doi: 10.1007/s10694-019-00881-1.
- [12] M. Kobes, I. Helsloot, B. de Vries, and J. Post, 'Exit choice, (pre-)movement time and (pre-)evacuation behaviour in hotel fire evacuation — Behavioural analysis and validation of the use of serious gaming in experimental research', *Procedia Eng*, vol. 3, pp. 37–51, 2010, doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2010.07.006>.
- [13] L. László *et al.*, 'Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (TvMI), Kiürítés, 2.5:2022.06.13.' Belügyminisztérium, Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, pp. 5–7, 2022.
- [14] L. Sun and N. I. Badler, 'Exploring the consequences of crowd compression through physics-based simulation', *Sensors (Switzerland)*, vol. 18, no. 12, 2018, doi: 10.3390/s18124149.
- [15] J. L. Silverberg, M. Bierbaum, J. P. Sethna, and I. Cohen, 'Collective motion of humans in mosh and circle pits at heavy metal concerts', *Phys Rev Lett*, vol. 110, no. 22, 2013, doi: 10.1103/PhysRevLett.110.228701.
- [16] T. Janchar, C. Samaddar, and D. Milzman, 'The mosh pit experience: Emergency medical care for concert injuries', *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 18, no. 1, 2000, doi: 10.1016/S0735-6757(00)90051-2.
- [17] T. Janchar, R. Samaddar, and D. Milzman, 'The impact of "mosh pits" on medical incidents at mass gatherings', *Ann Emerg Med*, vol. 34, no. 4, 1999, doi: 10.1016/s0196-0644(99)80340-0.
- [18] R. S. C. Lee and R. L. Hughes, 'Exploring trampling and crushing in a crowd', *J Transp Eng*, vol. 131, no. 8, 2005, doi: 10.1061/(ASCE)0733-947X(2005)131:8(575).
- [19] J. Drury, 'Recent developments in the psychology of crowds and collective behaviour This review comes from a themed issue on Social change (rallies, riots and revolutions) (2020) Crowds and conflict', *Curr Opin Psychol*, vol. 2020, 2020.
- [20] A. Templeton, J. Drury, and A. Philippides, 'From mindless masses to small groups: Conceptualizing collective behavior in crowd modeling', *Review of General Psychology*, vol. 19, no. 3, 2015, doi: 10.1037/gpr0000032.
- [21] A. B. Pál, 'Az elrettentés művészete A hadiipar szerepe a fegyverkezési versenyben', *Biztonságtudományi Szemle*, vol. 4, no. 3, pp. 27–28, 2022.
- [22] S. Curtis, B. Zafar, A. Gutub, and D. Manocha, 'Right of way', *Vis Comput*, vol. 29, no. 12, pp. 1277–1292, 2013, doi: 10.1007/s00371-012-0769-x.
- [23] J. Was and R. Lubaś, 'Towards realistic and effective Agent-based models of crowd dynamics', *Neurocomputing*, vol. 146, 2014, doi: 10.1016/j.neucom.2014.04.057.
- [24] J. Martinez-Perdiguero, 'Fermion-like behavior of elements/agents in their spatial distribution around points of interest', *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 557, 2020, doi: 10.1016/j.physa.2020.124905.
- [25] C. Wang, S. Ni, and W. Weng, 'Modeling human domino process based on interactions among individuals for understanding crowd disasters', *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 531, 2019, doi: 10.1016/j.physa.2019.121781.
- [26] S. Feldmann and J. Adrian, 'Forward propagation of a push through a row of people', *Saf Sci*, vol. 164, p. 106173, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106173>.

- [27] Y. Song, X. Hu, L. C. Shen, and W. Weng, 'Modeling Domino Effect Along the Queue Using an Improved Social Force Model', *SSRN Electronic Journal*, 2023, doi: 10.2139/ssrn.4357736.
- [28] J. Zhao and B. M. Tomm, 'Psychological Responses to Scarcity', in *Oxford Research Encyclopedia of Psychology*, 2018. doi: 10.1093/acrefore/9780190236557.013.41.
- [29] G. Riches, 'Embracing the Chaos: Mosh Pits, Extreme Metal Music and Liminality', *Journal for Cultural Research*, vol. 15, no. 3, 2011, doi: 10.1080/14797585.2011.594588.
- [30] A. M. Milsten, J. Tennyson, and S. Weisberg, 'Retrospective Analysis of Mosh-Pit-Related Injuries', *Prehosp Disaster Med*, vol. 32, no. 6, 2017, doi: 10.1017/S1049023X17006689.
- [31] B. Krausz and C. Bauckhage, 'Loveparade 2010: Automatic video analysis of a crowd disaster', *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 116, no. 3, 2012, doi: 10.1016/j.cviu.2011.08.006.
- [32] J. Ma, W. G. Song, S. M. Lo, and Z. M. Fang, 'New insights into turbulent pedestrian movement pattern in crowd-quakes', *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, vol. 2013, no. 2, 2013, doi: 10.1088/1742-5468/2013/02/P02028.
- [33] J. Wang, W. Weng, and X. Zhang, 'Comparison of turbulent pedestrian behaviors between Mina and Love Parade', in *Procedia Engineering*, 2014. doi: 10.1016/j.proeng.2014.10.477.
- [34] L. Huang, T. Chen, Y. Wang, and H. Yuan, 'Congestion detection of pedestrians using the velocity entropy: A case study of Love Parade 2010 disaster', *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 440, 2015, doi: 10.1016/j.physa.2015.08.013.
- [35] J. Ma, W. Song, and S. Lo, 'Simulation of crowd-quakes with heterogeneous contact model', in *Traffic and Granular Flow, 2013*, 2015. doi: 10.1007/978-3-319-10629-8\_12.
- [36] T. Xu, D. Shi, J. Chen, T. Li, P. Lin, and J. Ma, 'Dynamics of emotional contagion in dense pedestrian crowds', *Physics Letters, Section A: General, Atomic and Solid State Physics*, vol. 384, no. 3, 2020, doi: 10.1016/j.physleta.2019.126080.
- [37] O. Ackermann *et al.*, 'Patient care at the 2010 Love Parade in Duisburg, Germany: clinical experiences.', *Dtsch Arztebl Int*, vol. 108, no. 28–29, 2011.
- [38] J. P. Nolan *et al.*, 'Compression asphyxia and other clinicopathological findings from the Hillsborough Stadium disaster', *Emergency Medicine Journal*, vol. 38, no. 10, 2021. doi: 10.1136/emered-2020-209627.