



**Herczeg Gergely, Bérczi László**

## **KÖZÖSSÉGI RENDELTETÉSŰ ÉPÜLETEK KIÜRÍTÉSI GYAKORLATAINAK TAPASZTALATAI**

### **Absztrakt**

Magyarországon az egyes gazdálkodó szervezeteknél évente kötelező gyakoroltatni a tűzriadó tervben foglaltak végrehajtását. A tűzriadó terv gyakoroltatásának részeként a kiürítési gyakorlat is végrehajtható. Kiürítési gyakorlatok alkalmával mérhető az azon résztvevő személyek száma és az épület kiürítésének időigénye is. Jelen tudományos közleményben különböző közösségi rendeltetésű épületekben vizsgáltuk a kiürítési gyakorlatok során a létszám és a kiürítéshez szükséges idő összefüggését. Számítással állapítottuk meg a kijáratok összesített nyílásszélességének 1 m-re eső átlagos áthaladó létszámot.

**Kulcsszavak:** tűzriadó, kiürítés, kiürítési gyakorlat, menekülés, ajtók átbocsátóképessége

## **EXPERIENCES OF EVACUATION DRILLS IN COMMUNAL BUILDINGS**

### **Abstract**

It is required in Hungary to make fire drills yearly at business organizations. The evacuation drill could be a part of the fire drill. During the evacuation drill it is measurable the number of the participants and the time to evacuate the building. In this scientific publication we examined the correlation of the number of the participants and the time needed to evacuate during



evacuation drills in different communal buildings. We calculated the number of the passing persons of 1 m of the cumulated width of the exits.

**Keywords:** fire drill, evacuation drill, evacuation, exit throughput

## 1. BEVEZETÉS

A tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény 19. §-a előírja tűzvédelmi szabályzat készítését a gazdálkodó tevékenységet folytató magánszemélyeknek és jogi személyeknek. [1] A tűzvédelmi szabályzat mellékleteként tűzriadó tervet kell készítsenek az erre kötelezettek az általuk üzemeltetett épületre, épületrészre és szabadterre a tűzvédelmi szabályzat készítéséről szóló 30/1996. (XII. 6.) BM rendelet 4. §-a szerint. Az elkészített tűzriadó tervben foglaltak végrehajtását legalább évente gyakoroltatni kell az érintettekkel a rendelet szerint. A tűzriadó tervnek tartalmaznia kell az épület elhagyásának módját is. [2] A tűzriadó tervben foglaltak végrehajtásának gyakoroltatása során az épület kiürítésének gyakoroltatása is megtörténhet.

Megvizsgáltuk 17 bölcsőde, óvoda, általános iskola, gimnázium és iroda rendeltetésű épület esetén a tűzriadó gyakorlatok tapasztalatait: az épületben tartózkodók létszámát és a kiürítés időigényét 2013–2018 közötti időszakban. 95 kiürítési gyakorlat tapasztalatait elemeztük.

Ebben a cikkben nem foglalkozunk a kiürítés megkezdése előtti időtartam és az útvonalhosszak kiürítést befolyásoló hatásával, mivel csak a kijáratok átbocsátóképességének vizsgálatát tartottuk szem előtt. A vizsgált létesítmények kiválasztásakor igyekeztünk több rendeltetést is vizsgálni. Eredményeik az azonos rendeltetésekkel összevethetők.

A kiürítéssel kapcsolatban több kutatás is foglalkozott az átbocsátóképességgel és a menekülők reakcióival.

Rendkívüli esemény, tüzeset során az emberi viselkedésformák eltérnek a szokványostól [3], ez jellemző a kiürítési gyakorlatokra is.



A kiürítési gyakorlatok ugyan megzavarták a létesítmény napirendjét, de a rendszeres gyakorlásnak is köszönhetően nem jelentek meg a rendkívüli események során megfigyelhető olyan magatartásbeli változások, mint a kezdeti ijedtség reakció, a gyermeteg viselkedés, a testi és szellemi bénultság stb. [4]

Egerekén végzett kísérlet alapján úgy tűnik, hogy a kijárat szélessége és az ajtó átbecsátóképessége nem egyenesen arányos. [5]

Kijáratok összesített átbecsátóképessége csökken a kijáratok számának növelésével, ha a kijárat szélesség állandó. Az átbecsátóképesség mérésekor kínai kísérletek alapján felállítható az alábbi összefüggés:

$$y = 1,287x^2 + 0,267x + 0,5538, \text{ ahol}$$

$y$  az ajtó átbecsátóképessége [fő/s];

$x$  az ajtó szabad szélessége [m]. [6]

Fenti egyenlet négyzetes összefüggést mutat, aminek alapján az egy méter széles ajtó átbecsátóképessége egy perc alatt:

$$60y = 60 \cdot (1,287 + 0,267 + 0,5538) \approx 126$$

Magyarországon a kiürítési útvonal szabad szélességének átlagos átbecsátóképessége az 1968 óta érvényben lévő érték, mely 41,7 fő/(m·min). [7]

Érdemes figyelembe venni, hogy a fenti értékeket feltételezhetően felnőtt kínai populáción történt mérések alapján határozták meg, így az európai populációra vonatkoztatásuk fenntartással kezelendő.

Chilében chilei populáción (óvodás korosztálytól 12. osztályos korosztályú tanulók vegyes csoportján) végzett kísérletek alapján 1,45–3,24 fő/m/s (87–194,4 fő/(m·min)) átbecsátást mértek kijáraton. [8]

Az NFPA 130 (2017) (National Fire Protection Association, USA) 5.3.7.1. pontja szerint 81,9 fő/(m·min) átbecsátóképesség vehető figyelembe kétszárnyú kijáraton. [9]



Egy argentin középiskolában 80 fő 20–55 év közötti személy részvételével végeztek kísérletet ajtó átbocsátóképességének vizsgálatára. Az eredmények szerint egy 72 cm-es ajtó átbocsátóképessége 1,01–2,41 fő/s értéket ért el. Ez egységnyi szélességre átszámítva 84,17–200,83 fő/m/min értéket jelent. Az értékek szórása azért is lehet nagyobb, mert a kísérleteket nyugodt és előzékeny viselkedésű személyekkel, valamint sietős és az előzékenységre figyelmet nem fordító személyekkel is elvégezték. [10]

DiNenno szerint az atjók átbocsátóképessége 1,3 fő/m/s (azaz 78 fő/(m·min)). [11]

Kretz és munkatársai szerint az ajtók átbocsátóképessége 1,74 fő/m/s (azaz 104,4 fő/(m·min)). Ezt egy 70 cm szűk, 40 cm hosszú szűkítésen áthaladó személyekkel végzett kísérlet alapján állapították meg. [12]

Seyfried és munkatársai 80 cm széles, 2,8 m hosszú szűkítésen áthaladó személyekkel végzett kísérlet alapján a szűkítések átbocsátóképességét 1,61 fő/m/s (azaz 96,6 fő/(m·min)) értékben állapította meg. [13]

Pastor és munkatársai vizsgálatai szerint, 69 cm-es szűkítésen mérve, a szűkítések átbocsátóképességére 2,43–2,63 fő/m/s (azaz 145,8–157,8 fő/(m·min)) érték adódott. [14]

Az Amerikai Egyesült Államokban 1978-ban publikált kísérletek során Predtechenskii és Milinskii a szűkítések átbocsátóképességére a 1,6 fő/m/s (azaz 96 fő/(m·min)) értéket adta meg. [15]

114 fő részvételével végeztek kísérletet egy melbourne-i egyetemen (University of Melbourne) 60–120 cm-es szűkítéseken Haghani és Sarvi. Az általuk mért értékek a szűkítések átbocsátóképességére: 1,67–3,93 fő/m/s (azaz 100,2–235,8 fő/(m·min)). [16]

Huang és munkatársai széksorok közötti 0,4–0,6 m közlekedőn történő haladást vizsgálták és megállapították, hogy a szűk közlekedő átbocsátóképessége 2,5–4,29 fő/m/s (azaz 150–257,4 fő/(m·min)). [17]

A fenti adatokat figyelembe véve azt mondhatjuk, hogy a kiürítésszámítás során alkalmazott érték a valóságtól a biztonság javára tér el.



Előfordul, hogy az épületben tartózkodók nem kezdik meg a tűzjelző megszólalásakor a menekülést, mivel nem tudják azt megfelelően értelmezni, vagy nem reagálnak rá megfelelően. [18] Az is lehetséges, hogy a csak veszélyhelyzet esetén használható vészkijáratokat kevesebben veszik igénybe, mint a vészkijáratként funkcionáló főbejáratot, főleg, ha az előbbieket nincsenek nyitott állapotban [19].

A felismerés alapú döntéseknek jellemzője, hogy rövid időn belül kell meghozni viszonylag komoly következményekkel járó döntéseket. [20] A valós menekülési kényszert szimuláló kiürítési gyakorlat során a résztvevőknek jellemzően szintén ilyen felismerés alapú döntést hoznak.

## 2. MÓDSZER

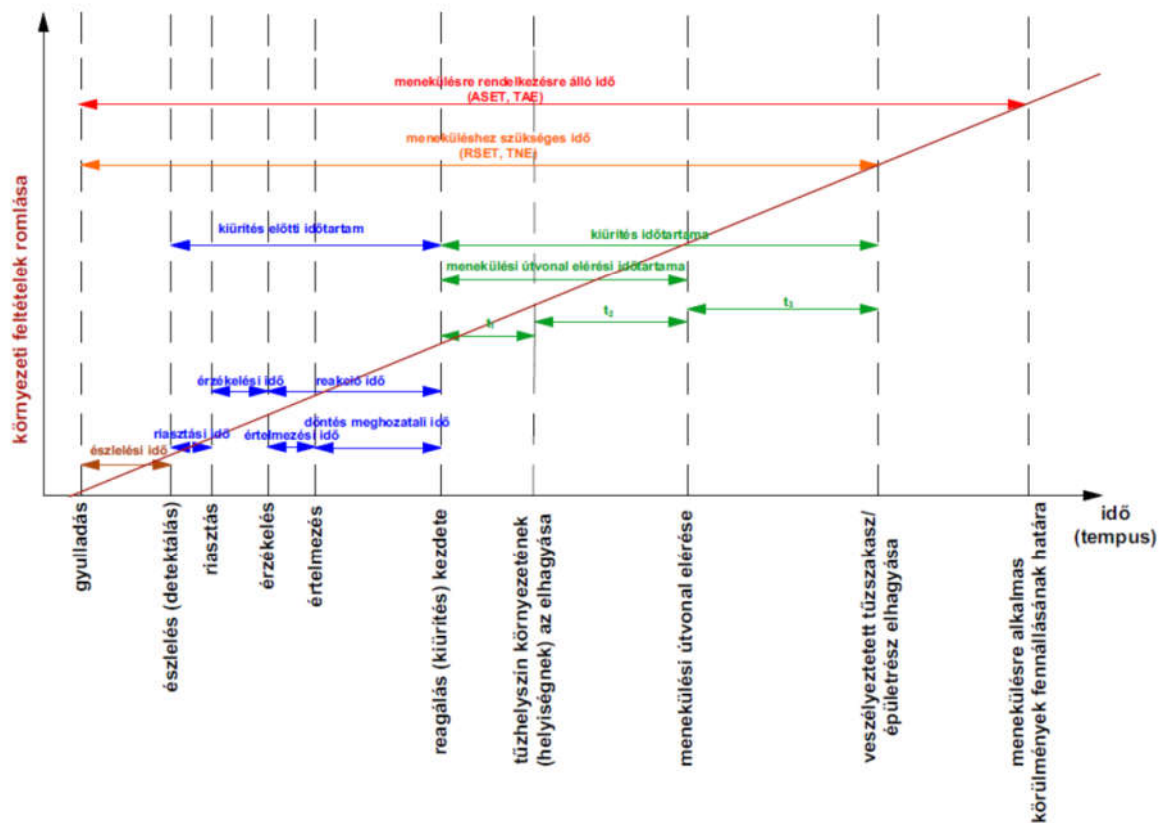
A kiürítési gyakorlatok során az épületek üzemeltetőivel egyeztetésre került a kiürítési gyakorlat időpontja, arról a résztvevők közül csak a vezető beosztású személyek értesültek. Minden kiürítési gyakorlat során cél volt, hogy a gyakorlat résztvevőit a gyakorlat váratlanul érje, ezáltal is szimulálva egy esetleges kiürítést indokoló valós esemény (pl. tüzeset) váratlanságát. Ilyen módon előnyösebben szimulálható a valós tüzeseti reagálása az épületben tartózkodóknak.

A kiürítési gyakorlat végrehajtása az alábbiak szerint történt. A vezetőkkel egyeztetett időpontban az épületben a gyakorlatot szervező személy egy munkavállalóval előszóval közölte, hogy kiürítési gyakorlatot tartanak és azt, hogy riassza az épületben tartózkodókat, majd kezdjék meg a kiürítést.

A kiürítési gyakorlat időtartama abban az időpontban indult amikor a bent tartózkodó első személlyel közlésre került a kiürítési gyakorlat ténye és a riasztás megkezdésére utasítást kapott. Az épület kiürítése az utolsó bent tartózkodó személy távozásával ért véget, ekkor került rögzítésre a kiürítés időtartama.



A gyakorlat során az első személy, akinek a gyakorlat ténye felfedésre került, az épületben tartózkodókat a helyben szokásos (tűzriadó terv szerinti) módon riasztotta. Ez a riasztás történhetett élőszóban, jelzőcsengővel, kolomppal, telefonon vagy tűzjelző berendezéssel.



1. ábra A menekülés folyamata [7]

A kiürítési gyakorlat időtartama a kiürítés előtti időtartam és a kiürítés időtartamának összege (1. ábra). Ilyen módon a gyakorlatot lebonyolító személy közlését az észlelés időpillanatához hasonlíthatjuk.

Az eltelt időt másodperc pontossággal mértük. Az időt a gyakorlatot szervező személy mérte, az épületen belül közölte a gyakorlat megkezdését, ekkor indította az időmérést, majd távozott az épületből és a szabadban figyelte meg a gyakorlat lebonyolítását. Az utolsónak távozó személy távozásának időpontja adta a kiürítési gyakorlat időtartamát.

Átbocsátóképeség alatt értjük az egységnyi szabad szélességű nyílászárón egységnyi idő alatt áthaladni képes személyek maximális számát. [7]



Új fogalomként definiáltam az átbecsátást. Átbecsátás alatt értjük a vizsgált kijáratok összesített nyílásszélességének 1 m-re eső átlagos áthaladó létszámot. Ezt az értéket számítással határoztuk meg, figyelembe véve az épületben tartózkodó személyek számát, a gyakorlat időtartamát és a kijáratok összesített szélességét.

Egy ajtó átbecsátását az alábbi összefüggéssel határoztuk meg:

$$k = \frac{N}{t \cdot \sum_{i=1}^n l_i}, \text{ ahol}$$

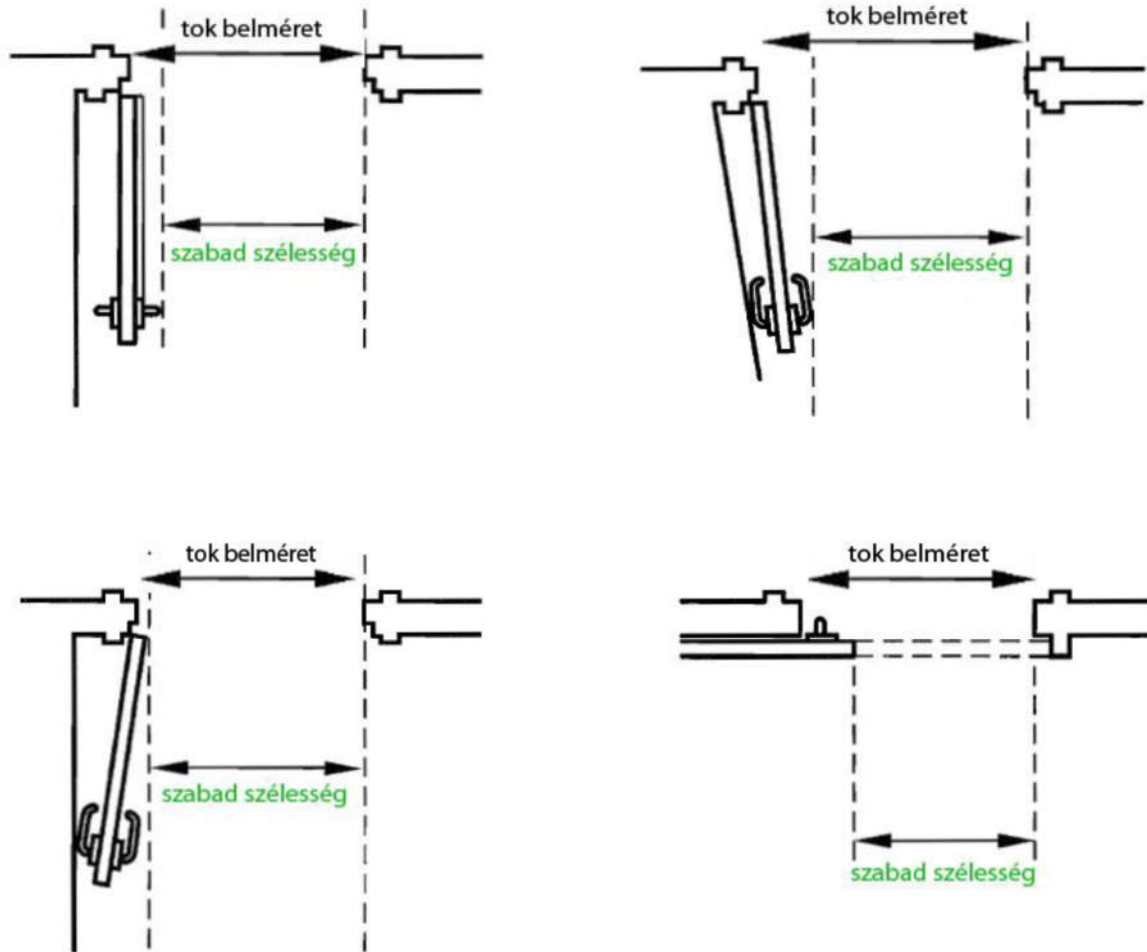
$k$  a vizsgált kijáratok összesített nyílásszélességének 1 m-re eső átlagos áthaladó létszám [fő/(min·m)];

$N$  a vizsgált kijáratokon áthaladó személyek száma [fő];

$t$  a kiürítési gyakorlat időtartama [min];

$l_i$  a vizsgált kijáratok szélessége [m].

A szabadba vezető, kiürítési gyakorlat során igénybe vett nyílászárók szabad szélességét fém mérőszalaggal mértük, centiméter pontossággal. Az ajtó szabad szélessége a mozgási akadálytól mentes szélessége (2. ábra) [7].



2. ábra Ajtók szabad szélességének értelmezése [7]

A táblázatokban az összes szabadba vezető kijárat összesített szélességét tüntettük fel.





### 3. EREDMÉNYEK

A következő táblázatokban foglaltuk össze a 2013–2018. évek során tartott kiürítési gyakorlatok eredményeit. A sorszám minden évben azonos létesítményt jelöl, így megadja a lehetőséget az összehasonlításra az egyes évek között. Az idő rovatban a kiürítési gyakorlat időtartama szerepel. Résztvevőként minden olyan személy figyelembe lett véve, aki a kiürítési gyakorlat megkezdésekor az épületben tartózkodott.

Az adatok között több olyan átbocsátásérték szerepel, mely nagyobb, mint a kiürítésszámítás során figyelembe veendő érték. A táblázatokban dőlt szedéssel, aláhúzással és sötét háttérrel emeltük ki azon átbocsátásértékeket, melyek a  $41,7 \text{ fő}/(\text{m}\cdot\text{min})$  értéknél nagyobbak.

A 95 átbocsátásérték közül 25 esetben (26,32 %) adódott a kiürítésszámítás során figyelembe veendőnél nagyobb érték.

A kiürítésszámítás során figyelembe veendő átbocsátóképesség érték és a jelen mérés során adódott átbocsátás adatok között jelentős a különbség. A kiürítés számítás során alkalmazott átbocsátóképesség maximális elméleti értékek átlaga, míg a jelen mérésnél mért átbocsátás nem az áthaladás kezdete és vége közötti időtartamra, hanem a kiürítési gyakorlat teljes időtartamára vetítettük.

Azok az átbocsátásértékek, melyek kisebbek, mint a  $41,7 \text{ fő}/(\text{m}\cdot\text{min})$ , csak annyit jeleznek, hogy az ajtóknál (átlagolva az értékeket) nem alakult ki tömeg, így az ajtók elméleti átbocsátóképességéhez képest kisebb mértékben lettek igénybevéve a kijáratok.

Az értékeknél figyelembe kell venni azt a körülményt, hogy a résztvevők legalább 75%-a nem először vett részt kiürítési gyakorlaton az adott épületben. Olyan esetekben, amikor a bent tartózkodók nagyobb hányada először hagyja el az adott épületet veszélyhelyzeti reagálásként az értékek eltérőek lehetnek.

A kiürítésszámítás során figyelembe veendőnél nagyobb értékek azonban azt mutatják, hogy a valóságban előfordulhatnak nagyobb átbocsátóképességek is. Az értékek annyiban is figyelemre méltóak, hogy a kijáratok összesített szélességét vettük figyelembe, azonban a



kiürítési gyakorlatok során több esetben előfordult az, hogy nem mindegyik kijárat lett egyformán igénybe véve, így a valóságban egy ajtót tekintve nagyobb értékek is valószínűsíthetők.

A táblázatokban szereplő átbocsátás értékek között szerepel a 41,7 fő/(m·min) értéknél jóval kisebb is. Ezek úgy adódtak, hogy a bent tartózkodók zömének távozása után több perccel ért ki az utolsó személy, ekkor lett a mérés leállítva, így jóval nagyobb időre vetítettük az áthaladó személyek számát. Ez nem jelenti azt, hogy abban az adott esetben az átbocsátóképeség ne lehetett volna elméletben nagyobb, de az átbocsátás a gyakorlatban a nagyobb idő miatt kisebbre adódott.

sorszám	rendeltetés	2013					
		idő	Résztevő			kijáratok összesített szélessége	átbocsátás fő/(m·min)
			gyermek	felöltt	összes		
			létszám				
1.	bölcsőde	02:35	76	22	98	180 cm	21,07527
2.	bölcsőde és óvoda	05:27	142	26	168	471 cm	6,54473
3.	bölcsőde	02:34	40	10	50	175 cm	11,13173
4.	óvoda	nincs adat					
6.	óvoda	02:10	61	7	68	266 cm	11,79873
7.	óvoda	01:54	44	5	49	172 cm	14,99388
8.	óvoda	02:38	107	13	120	183 cm	24,90143
9.	óvoda	01:33	127	14	141	200 cm	<u>45,48387</u>
10.	óvoda	02:32	84	11	95	240 cm	15,62500



11.	általános iskola	02:48	330	35	365	330 cm	39,50216
12.	általános iskola	03:17	199	26	225	240 cm	28,55330
13.	általános iskola	01:54	300	37	337	300 cm	<u>59,12281</u>
14.	gimnázium	04:16	423	38	461	280 cm	38,58817
15.	gimnázium	04:31	456	57	513	330 cm	34,41798
16.	gimnázium	04:06	384	39	423	200 cm	<u>51,58537</u>
17.	iroda	05:34	0	85	85	120 cm	12,72455

1. táblázat Kiürítési gyakorlatok eredményei 2013-ban



sorszám	rendeltetés	2014					
		idő	Résztevő			kijáratok összesített szélessége	átbocsátás fő/(m·min)
			gyermek	felnőtt	összes		
			létszám				
1.	bölcsőde	01:49	60	20	80	180 cm	24,46483
2.	bölcsőde és óvoda	03:35	135	25	160	471 cm	9,48008
3.	bölcsőde	02:18	50	13	63	175 cm	15,65217
4.	óvoda	01:40	66	9	75	95 cm	<u>47,36842</u>
6.	óvoda	01:01	65	8	73	266 cm	26,99371
7.	óvoda	01:32	44	5	49	172 cm	18,57937
8.	óvoda	01:47	118	15	133	183 cm	40,75379
9.	óvoda	04:44	107	17	124	200 cm	13,09859
10.	óvoda	01:50	79	15	94	240 cm	21,36364
11.	általános iskola	02:14	299	38	337	330 cm	<u>45,72592</u>
12.	általános iskola	03:11	233	26	259	240 cm	33,90052
13.	általános iskola	02:05	233	37	270	300 cm	<u>43,20000</u>
14.	gimnázium	04:26	442	46	488	280 cm	39,31257
15.	gimnázium	04:20	439	55	494	330 cm	34,54545
16.	gimnázium	03:26	312	39	351	200 cm	<u>51,11650</u>
17.	iroda	04:08	0	82	82	120 cm	16,53226

2. táblázat Kiürítési gyakorlatok eredményei 2014-ben



sorszám	rendeltetés	2015					
		idő	Résztevő			kijáratok összesített szélessége	átbocsátás fő/(m·min)
			gyermek	felöltt	összes		
			létszám				
1.	bölcsőde	01:53	74	27	101	180 cm	29,79351
2.	bölcsőde és óvoda	04:40	123	27	150	471 cm	6,82439
3.	bölcsőde	02:22	40	12	52	175 cm	12,55533
4.	óvoda	02:07	69	8	77	95 cm	38,29258
6.	óvoda	00:37	66	12	78	266 cm	<u>47,55131</u>
7.	óvoda	01:30	47	6	53	172 cm	20,54264
8.	óvoda	02:21	90	12	102	183 cm	23,71817
9.	óvoda	01:57	121	13	134	200 cm	34,35897
10.	óvoda	01:50	76	12	88	240 cm	20,00000
11.	általános iskola	03:25	--	--	413	330 cm	36,62971
12.	általános iskola	02:49	27	270	297	240 cm	<u>43,93491</u>
13.	általános iskola	02:10	339	48	387	300 cm	<u>59,53846</u>
14.	gimnázium	03:17	--	--	468	280 cm	<u>50,90645</u>
15.	gimnázium	04:42	--	--	467	330 cm	30,10961
16.	gimnázium	03:52	--	--	413	200 cm	<u>53,40517</u>
17.	iroda	04:39	0	69	69	120 cm	12,36559

3. táblázat Kiürítési gyakorlatok eredményei 2015-ben



sorszám	rendeltetés	2016					
		idő	Résztevő			kijáratok összesített szélessége	átbocsátás fő/(m·min)
			gyermek	felnőtt	összes		
1.	bölcsőde	01:48	72	26	98	180 cm	30,24691
2.	bölcsőde és óvoda	02:40	157	22	179	471 cm	14,25159
3.	bölcsőde	01:31	36	20	56	175 cm	21,09890
4.	óvoda	01:42	65	8	73	95 cm	<u>45,20124</u>
6.	óvoda	00:40	56	13	69	266 cm	38,90977
7.	óvoda	00:58	48	6	54	172 cm	32,47795
8.	óvoda	02:42	--	--	75	183 cm	15,17911
9.	óvoda	02:00	118	14	132	200 cm	33,00000
10.	óvoda	01:41	69	14	83	240 cm	20,54455
11.	általános iskola	02:31	--	--	355	330 cm	<u>42,74533</u>
12.	általános iskola	03:18	--	--	315	240 cm	39,77273
13.	általános iskola	02:14	--	--	379	300 cm	<u>56,56716</u>
14.	gimnázium	03:11	--	--	587	280 cm	<u>65,85639</u>
15.	gimnázium	03:56	--	--	394	330 cm	30,35439
16.	gimnázium	02:25	--	--	423	200 cm	<u>87,51724</u>
17.	iroda	03:42	--	--	70	120 cm	15,76577

4. táblázat Kiürítési gyakorlatok eredményei 2016-ban



sorszám	rendeltetés	2017					
		idő	Résztevő			kijáratok összesített szélessége	átbocsátás fő/(m·min)
			gyermek	felnőtt	összes		
			létszám				
1.	bölcsőde	01:17	54	20	74	180 cm	32,03463
2.	bölcsőde és óvoda	03:02	148	24	172	471 cm	12,03892
3.	bölcsőde	02:04	47	10	57	175 cm	15,76037
4.	óvoda	01:46	59	9	68	95 cm	40,51639
6.	óvoda	00:33	54	9	63	266 cm	<u>43,06220</u>
7.	óvoda	01:47	44	6	50	172 cm	16,30080
8.	óvoda	01:37	108	11	119	183 cm	40,22309
9.	óvoda	01:41	130	24	154	200 cm	<u>45,74257</u>
10.	óvoda	02:46	83	15	98	240 cm	14,75904
11.	általános iskola	03:10	--	--	420	330 cm	40,19139
12.	általános iskola	03:19	--	--	296	240 cm	37,18593
13.	általános iskola	02:31	--	--	367	300 cm	<u>48,60927</u>
14.	gimnázium	05:58	--	--	589	280 cm	35,25539
15.	gimnázium	04:35	--	--	295	330 cm	19,50413
16.	gimnázium	03:54	--	--	416	200 cm	<u>53,33333</u>
17.	iroda	05:45	--	--	65	120 cm	9,42029

5. táblázat Kiürítési gyakorlatok eredményei 2017-ben



sorszám	rendeltetés	2018					
		idő	Résztevő			kijáratok összesített szélessége	átbocsátás fő/(m·min)
			gyermek	felöltt	összes		
			létszám				
1.	bölcsőde	01:23	68	33	101	180 cm	40,56225
2.	bölcsőde és óvoda	02:27	143	25	168	471 cm	14,55869
3.	bölcsőde	02:28	36	15	51	175 cm	11,81467
4.	óvoda	01:44	60	9	69	95 cm	<u>41,90283</u>
6.	óvoda	00:41	46	6	52	266 cm	28,60811
7.	óvoda	01:28	48	7	55	172 cm	21,80233
8.	óvoda	01:24	80	14	94	183 cm	36,69009
9.	óvoda	01:16	89	16	105	200 cm	41,44737
10.	óvoda	01:50	57	9	66	240 cm	15,00000
11.	általános iskola	04:10	--	--	382	330 cm	27,78182
12.	általános iskola	02:55	--	--	303	240 cm	<u>43,28571</u>
13.	általános iskola	05:28	--	--	280	300 cm	17,07317
14.	gimnázium	04:14	--	--	605	280 cm	<u>51,04049</u>
15.	gimnázium	05:01	--	--	493	330 cm	29,77952
16.	gimnázium	03:33	--	--	367	200 cm	<u>51,69014</u>
17.	iroda	04:31	--	--	59	120 cm	10,88561

6. táblázat Kiürítési gyakorlatok eredményei 2018-ban





## 4. ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK

A 2013–2018 közötti időszakban 17 közösségi rendeltetésű épületben vizsgáltuk meg a tűzriadó tervben foglaltak gyakoroltatása során a kiürítési gyakorlatok végrehajtását.

A kiürítési gyakorlatok során mértük a kijáratok szélességét, a kiürítési gyakorlat idejét; megszámláltuk a kiürítési gyakorlaton résztvevő személyek számát és kiszámítottuk a kiürítésre használt vészkijáratok átbocsátását.

A kiürítési gyakorlatok igyekeztek szimulálni egy valós menekülési helyzetet azáltal, hogy a kiürítési gyakorlat időpontjáról a résztvevők (az épületben tartózkodók) előzetesen nem értesültek, kivéve a vezetőket.

A 6 év kiürítési gyakorlatainak adatait összesítve következtetéseket vonhatunk le a menekülő tömeggel kapcsolatban. Elemeztük a kiürítési gyakorlat során használt vészkijáratok összesített szélességének, az azokon áthaladt összes személy számának, valamint a kiürítési gyakorlat időtartamának figyelembevételével a kijáratok átbocsátását.

Az átbocsátás adatainak számításakor az esetek 26,32 %-ában a kiürítés számításakor figyelembe vehető  $41,7 \text{ fő}/(\text{m}\cdot\text{min})$  értéknél nagyobb értékek adódtak. A legmagasabb érték  $87,5 \text{ fő}/(\text{m}\cdot\text{min})$  feletti. Ez az érték még mindig elmarad több más kutató által végzett kísérlet eredményétől. (Kretz [12], Sevfried és munkatársai [13], Pastor és munkatársai [14], Predtechenskii és Milinskii [15], Haghani és Sarvi [16], Huang és munkatársai [17])

A mi mérésünk és számításunk során nem a kiürítésszámítás alkalmával figyelembe veendő számítási módszert alkalmaztuk, így eredményeink közvetlenül nem hasonlíthatók össze a kiürítésszámítás során használt adatokkal. Az átbocsátás meghatározásakor a mérést nem az első ember áthaladásakor kezdtük, a mért idő így nagyobb lett. Az átbocsátás számításakor így az áthaladt személyek számát nagyobb időre vetítettük, így kisebb értéket kaptunk, mint ha a mérést az első áthaladásakor kezdjük. Ennek ellenére a kiürítés számítás során alkalmazandó átbocsátóképességi adatoknál nagyobb értékek arra engednek következtetni, hogy a valóságban előfordulhat a  $41,7 \text{ fő}/\text{m}/\text{min}$  értéknél nagyobb átbocsátóképesség is.



A kijáratok átbecsátóképességének további vizsgálatai megalapozhatják a kiürítésszámítás módszerének fejlesztését is.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról
- [2] 30/1996. (XII. 6.) BM rendelet a tűzvédelmi szabályzat készítéséről
- [3] Restás Ágoston: Human aspects of firefighting operations managing victims of disasters; Zeszity Naukowe 61(1) 103-112 o., (2017)
- [4] Restás Ágoston: Pszichológia a tűz frontvonalában. Védelem Tudomány, I. 3. (2016) 46–56. o.
- [5] Teng Zhang, Xuelin Zhang, Shenshi Huang, Changhai Li, Shouxiang Lu: Collective behavior of mice passing through an exit under panic, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 496, 2018, pp. 233–242.
- [6] Shuai Wang, Hao Yue, Binya Zhang, Juan Li: Setting the Width of Emergency Exit in Pedestrian Walking Facilities, Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 138, 2014, pp. 233–240.
- [7] TvMI 2.2:2016.12.20. Tűzvédelmi műszaki irányelv: Kiürítés ([http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/otsz/kiurites\\_TVMI\\_20161220.pdf](http://www.katasztrofavedelem.hu/letoltes/otsz/kiurites_TVMI_20161220.pdf), letöltve: 2018.12.03.)
- [8] Alan Poulos, Felipe Tocornal, Juan Carlos de la Llera, Judith Mitrani-Reiser: Validation of an agent-based building evacuation model with a school drill, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 97, 2018, Pages 82-95, ISSN 0968-090X



- [9] NFPA 130: Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems <https://www.nfpa.org/codes-and-standards/all-codes-and-standards/list-of-codes-and-standards/detail?code=130> (letöltve: 2018.12.17. 18:00)
- [10] Alexandre Nicolas, Sebastián Bouzat, Marcelo N. Kuperman: Pedestrian flows through a narrow doorway: Effect of individual behaviours on the global flow and microscopic dynamics, *Transportation Research Part B: Methodological*, Volume 99, 2017, Pages 30-43, ISSN 0191-2615
- [11] DiNenno, P.J. et al., *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. SFPE, 2012. p. 3-371 (905).
- [12] Kretz, T. , Grünebohm, A. , Schreckenberg, M.: Experimental study of pedestrian flow through a bottleneck. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* vol. 2006 (no. 10), P10014
- [13] Seyfried, A. , Steffen, B. , Winkens, A. , Rupperecht, T. , Boltes, M. , Klingsch, W.: Empirical data for pedestrian flow through bottlenecks. In: *Traffic and Granular Flow07*. Springer, pp. 189–199.
- [14] Pastor, J.M. , Garcimartín, A. , Gago, P.A. , Peralta, J.P. , Martín-Gómez, C. , Ferrer, L.M. , Maza, D. , Parisi, D.R. , Pugnali, L.A. , Zuriguel, I.: Experimental proof of faster-is-slower in systems of frictional particles flowing through constrictions. *Physics Rev. E* vol. 92 (no. 6), 062817.
- [15] Predtechenskii, V., Milinskii, A.I.: *Planning for Foot Traffic Flow in Buildings*. National Bureau of Standards, US Department of Commerce, and the National Science Foundation, Washington, DC, 1978.
- [16] Milad Haghani, Majid Sarvi: Simulating pedestrian flow through narrow exits, *Physics Letters A*, Volume 383, Issues 2–3, 2019, Pages 110-120, ISSN 0375-9601
- [17] Shenshi Huang, Shouxiang Lu, Siuming Lo, Changhai Li, Yafei Guo: Experimental study on occupant evacuation in narrow seat aisle, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 502, 2018, Pages 506-517, ISSN 0378-4371



- [18] Schüller Attila: Az emberi tényező és a technikai megvalósítások vizsgálata tűzriadók során. *Hadmérnök* VII. 2. (2012) pp. 37–46.
- [19] Benthorn, L., Frantzich, H.: Fire Alarm in a Public Building: How Do People Evaluate. Information and Coose Evacuation Exit? *Fire and Materials*, 1999/6. sz. pp. 311-315.
- [20] Restás Ágoston: Special decision making method of internal security managers at tactical level; 22nd NISPACee Annual Conference, Proceedings, Budapest, 2014.

**Herczeg Gergely** doktorandusz hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskola; Email: herczeggergely@gmail.com ORCID: 0000-0001-9633-5152

Gergely Herczeg PhD student; National University of Public Service Military Technical Doctoral School; Email: herczeggergely@gmail.com ORCID: 0000-0001-9633-5152

**Dr. Bérczi László** PhD t. dandártábornok; Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, laszlo.berczi@katved.gov.hu ORCID: 0000-0001-7719-7671

László Bérczi, PhD, (Ff. Brig-gen) BM OKF, laszlo.berczi@katved.gov.hu ORCID: 0000-0001-7719-7671