

Óbudai Egyetem  
Doktori (PhD) értekezés



**Mozgásszervi fogyatékossgal rendelkező  
személyeket ellátó intézmények tűz esetén történő  
kiürítése**

**Veres György**

*Témavezető: Dr. habil. Kovács Tibor (PhD)*

**Biztonságtudományi Doktori Iskola**

Budapest, 2018

Szigorlati Bizottság:

Elnök:

Prof. Dr. Berek Lajos, egyetemi tanár, ÓE

Tagok:

Dr. Simon Ákos, egyetemi docens, külső

Dr. Kiss Sándor, egyetemi docens, külső

Nyilvános védés bizottsága:

Elnök:

Prof. Dr. Berek Lajos, egyetemi tanár, ÓE

Titkár:

Bakosné Dr. Diószegi Mónika, adjunktus, ÓE

Tagok:

Dr. Simon Ákos, egyetemi docens, külső

Dr. Kiss Sándor, egyetemi docens, külső

Dr. Nagy Rudolf, adjunktus, ÓE

Bírálok:

Dr. Takács Lajos Gábor, egyetemi docens, külső BME

Dr. Szűcs Endre, adjunktus, ÓE

Tartalék tag:

Dr. Czifra Árpád, egyetemi docens, ÓE

Nyilvános védés időpontja

.....

# TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés.....	8
A tudományos témakör megfogalmazása .....	9
1. Tűzvédelmi statisztikák.....	9
2. Népszámlálási statisztika.....	10
Kutatási célkitűzések.....	12
Az értekezés felépítése .....	12
Kutatási módszerek .....	13
1. A fogyatékos személyekre vonatkozó szabályozások vizsgálata a magyarországi építészeti tűzvédelem kezdetétől napjainkig .....	14
1. Történelmi áttekintés.....	14
1.2. Kijárat, lépcső, menekülési útvonal legnagyobb megengedett távolsága és ajtók legkisebb szabad belmérete .....	17
1.3. Kiürítés számítás .....	20
1.4. Publikált hazai kutatási eredmények .....	30
1.5. Helyzetkép és következtetések.....	31
2. A fogyatékoság besorolása és annak hatása a menekülési képességre.....	32
2.1. A fogyatékoság egészségügyi csoportosítása .....	32
2.1.1. Állandó fogyatékoság .....	32
2.1.2. Ideiglenes fogyatékoság.....	35
2.2. Tűzvédelmi szempontú osztályozás .....	35
2.3. UEFA: Access for all .....	37
2.4. Angol tűzvédelmi előírás .....	38
2.5. Fogyatékoságok összegzése és következtetések.....	40
3. Mozgásukban korlátozott személyek haladási sebességének mérése .....	43
3.1. A mérések dokumentálása.....	43

3.2. A mérési eredmények feldolgozásának tervezett menete (metodika).....	46
3.2.1. Az eloszlás igazolása.....	46
3.2.2. A mérési eredmények feldolgozása.....	47
3.3. A mérési eredményeim feldolgozása .....	48
3.3.1. Az eloszlás igazolása.....	48
3.3.2. Kerekesszéket használók.....	52
3.3.3. Egy könyökmankót vagy botot használók .....	54
3.3.4. Két könyökmankót vagy botot használók .....	55
3.3.5. Járókeretet vagy rollátort használók.....	57
3.3.6. Segédeszköz nélkül közlekedők.....	58
4. A kutatási eredmények értékelése .....	61
4.1. Az ép és fogyatékos személyek haladási sebessége.....	61
4.2. Segédeszköz fajták hatásai .....	63
4.2.1. Eltérő segédeszközt használók .....	63
4.2.2. Értékelés .....	65
4.3. Nemi és korosztályi megoszlás hatásai .....	66
4.3.1. Teljes csoport .....	66
4.3.2. Kerekesszéket használók.....	68
4.3.3. Egy könyökmankót vagy botot használók .....	69
4.3.4. Két könyökmankót vagy botot használók .....	71
4.3.5. Járókeretet vagy rollátort használók.....	72
4.3.6. Segédeszköz nélkül közlekedők.....	73
4.3.7. Értékelés .....	75
4.4. A nemzetközi adatok és saját mérésem összehasonlítása .....	76
4.4.1. Nemzetközi irodalom feldolgozása.....	76
4.4.2. A publikált és az általam mért értékek összehasonlítása.....	76
4.4.3. Új mérési eredményeim .....	77

4.4.4. Értékelés .....	81
5. Egy fiktív kórházi épületrész kiüríthetőségének ellenőrzése .....	82
5.1. A kiüríthetőség vizsgálata .....	82
5.2. A helyszín és a tervezett vizsgálat leírása .....	83
5.2.1. A vizsgált helyszín .....	83
5.2.2. Tervezett vizsgálatok.....	84
5.3. TvMI szerinti számítási módszer .....	85
5.4. Szimuláció.....	88
5.4.1. A számítógépes menekülési szimuláció jellemzői.....	88
5.4.2. Az alkalmazott szimulációs program és speciális beállításai.....	95
5.4.3. Kiindulási alap adatok.....	97
5.4.4. A kiürítési változatok eredményei.....	98
5.4.5. A kiürítési változatok eredményeinek összehasonlítása .....	109
5.5. Összegzés és következtetések .....	111
6. ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK .....	112
6.1. A kutatási tevékenység összegzése .....	112
6.2. Tézisek összefoglalása .....	112
6.3. Új tudományos eredményeim.....	118
6.4. A mérési eredményeim felhasználási lehetőségei.....	119
6.5. További ajánlások .....	121
A KIÜRÍTÉSHEZ KAPCSOLÓDÓ TÉMAKÖRÖKBEN KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM.....	122
Lektorált folyóiratban megjelent cikkek .....	122
Idegen nyelvű kiadványban megjelent cikkek .....	125
Konferencia kiadványban megjelent előadás .....	125
Értékelt pályázati tanulmány .....	126
Szemináriumok, módszertani továbbképzések .....	126
Tudományos közéleti tevékenység.....	127

FELHASZNÁLT IRODALOM (IRODALOMJEGYZÉK) .....	128
ÁBRAJEGYZÉK .....	134
TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE .....	136
MELLÉKLETEK .....	137
1. melléklet – Az általam alkalmazott kérdéssor.....	137
2. melléklet – A statisztikai számítások képletei.....	138
3. melléklet – Szimulációk eredményei (videó).....	141
4. melléklet – Építészeti alaprajz.....	142
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	143

*„Azt megakadályozni: hogy ne legyen tűz –  
semmilyen tűzrendészeti intézkedéssel sem fog  
sikerülni soha”*

*Markusovszky Béla (1857-1923).*

*A megállapítás sajnos még mindig igaz tűz  
tehát volt, van és lesz. A menekülés, menekítés  
szempontjából nem nehéz belátni, hogy a tűznek  
és hatásainak legjobban kitettek a menekülésben  
korlátozott személyek.*

# BEVEZETÉS

Mindennapi életünknek nincs olyan területe, amely ne lenne kapcsolatban valamilyen éghető, robbanás-, vagy tűzveszélyes anyaggal. A megelőző tűzvédelem a tüzek keletkezésének megelőzését, továbbterjedésének megakadályozását, a tűz által okozott károk csökkentését célozza azáltal, hogy meghatározza az ehhez szükséges személyi és tárgyi feltételeket [1-5]. Az emberiség történelmét ilyen szempontból áttekintve sajnos megállapítható, hogy az emberi élet védelmében, mind a tűzvédelem, mind a munkavédelem területén városok elpusztulása vagy nagyszámú emberéletek elvesztése, sérülése adott okot a nagyobb odafigyelésre ezen a területen. Jelentősebb előrelépést mindig a tapasztalatok elemzése, a levont következtetések gyakorlati alkalmazása tudott hozni [6].

Világszerte az egyetemes emberiség egyik legfontosabb feladata, hogy gondoskodjon az embertársai biztonságáról. Ebbe különösképpen beletartoznak a gyermekek, idősök és a fogyatékos személyek. Az ember fogantatása, kifejlődése, születése és élete során a kockázata mindig fennáll, hogy nem várt egészségügyi okból vagy balesetből kifolyólag átmenetileg vagy véglegesen fogyatékos<sup>1</sup> válik. Az Egyesült Nemzetek keretében 2006. december 13-án, New Yorkban elfogadott, a fogyatékosággal élő személyek jogairól szóló egyezmény és az ahhoz kapcsolódó fakultatív jegyzőkönyv kötelező hatályának elismerését az Országgyűlés a 2007. évi XCII. törvénnyel kihirdette. Az egyezmény 9. cikkelyében a hozzáférhetőség fejezetben előírja, hogy az épületekben biztosítani kell a hozzáférhetőség valamennyi aspektusát. Emellett Magyarország Alaptörvénye a Szabadság és Felelősség fejezet IV. cikk (1) bekezdése meghatározza, hogy „*Mindenkinek joga van a szabadsághoz és a személyi biztonsághoz.*”

Az épület egyenlő eséllyel hozzáférhető, ha mindenki, különösen a mozgási, látási, hallási, mentális és kommunikációs funkciókban sérült emberek számára segédeszközzel<sup>2</sup> is megközelíthető, a nyilvánosság számára nyitva álló része bejárható, vészhelyzetben biztonsággal elhagyható, valamint az épületben a tárgyak, berendezések mindenki számára rendeltetésszerűen használhatók [7].

---

<sup>1</sup>fogyatékos személy: az a személy, aki tartósan vagy véglegesen olyan érzékszervi, kommunikációs, fizikai, értelmi, pszichoszociális károsodással – illetve ezek bármilyen halmozódásával – él, amely a környezeti, társadalmi és egyéb jelentős akadályokkal kölcsönhatásban a hatékony és másokkal egyenlő társadalmi részvételt korlátozza vagy gátolja. [1998. évi XXVI. törvény 4. § a) pont]

<sup>2</sup>segédeszköz: a fogyatékos személy fizikai vagy érzékszervi képessége részleges vagy teljes hiányának részleges vagy teljes pótlását szolgáló eszköz.[1998. évi XXVI. törvény 4. § c) pont]



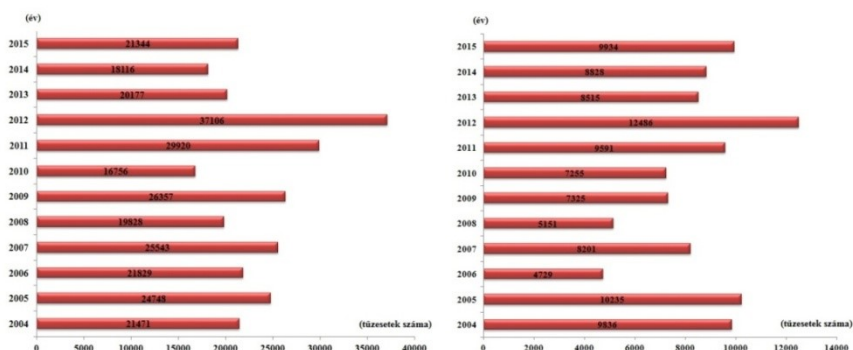
A biztonságtechnika egyik fontos kutatási területe a fogyatékos személyek menekülésének, mentésének vizsgálata. A vizsgálatok, kutatások ugyanakkor több tudományterületet is átölelnek, többek között a bölcsészet-, társadalom-, orvos- és műszaki tudományokat, amelyek kapcsolataiból fontos eredmények születnek (pl. evakuációs hordszék). A fogyatékoságot csoportokba tagolhatjuk az emberi mozgásszervek, érzékszervek, értelem károsodása függvényében.

Közvetlen vagy közvetett (pl. híradós) tudósítások alapján mindannyian tapasztalhattuk, hogy tűz esetén mekkora pánik törhet ki. Ilyenkor még a teljesen egészséges, saját mozgásukban semmilyen módon nem korlátozott embereknek a helyszínről történő eltávolítása, a kiürítés megtervezése és megvalósítása sem egyszerű feladat. Hangsúlyozottan jelentkezik ez a probléma a különböző mértékben mozgáskorlátozott embereknél, ezért tartom kiemelten fontosnak a terület megfelelő kezelésének kidolgozását.

## A TUDOMÁNYOS TÉMAKÖR MEGFOGALMAZÁSA

### 1. TŰZVÉDELMI STATISZTIKÁK

A tüzesetekről és azok jellegéről a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Igazgatóság (továbbiakban BM OKF) és a CTIF<sup>3</sup> vezet statisztikát, amelyből a legfrissebb kimutatások 2015. évig tartalmazznak adatokat [8]. Az éves statisztikai mutatók egyértelműen bizonyítják, hogy a megelőző tűzvédelemmel foglalkozni érdemes és kell, mert a legújabb technológiák mellett is Magyarországon a tüzek évi darabszáma 16.756-37.106 közé esik, amelyek évekre lebontott alakulását az 1. ábrában foglaltam össze. Ezen belül az építményekben keletkező tüzek darabszáma a 2. ábrán látható.



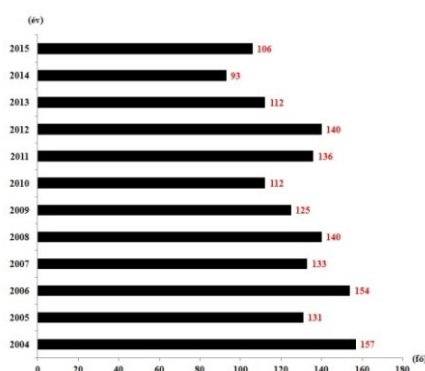
1. – 2. ábrák – Összes tüzesetek darabszáma és az építményekben keletkező tüzesetek száma

<sup>3</sup> CTIF: Comité technique international de prévention et d'extinction du Feu

Az építményekben keletkező tüzek igen magas darabszáma és az éves tüzesetekhez viszonyított magas %-os aránya (1. táblázat) is alátámasztja, hogy a megelőző tűzvédelem építményekkel foglalkozó területén történő kutatások és javaslatok megtétele jelenleg is aktuális témát jelentenek.

Év	%	Év	%
2015	46,54	2009	27,8
2014	48,73	2008	26
2013	29,3	2007	32,1
2012	34,2	2006	33,4
2011	32,1	2005	41,4
2010	43,4	2004	45,8

1. táblázat – Az építményekben keletkező tüzesetek %-os megoszlása az éves tüzesetekkel összevetve



3. ábra – A tüzesetekben elhunytak száma

A tüzesetekben elhunytak száma éves szinten 93-157 fő közé esik (3. ábra). A statisztikai feldolgozásban nincsen külön adat, hogy ebből hány fő volt menekülésében korlátozott személy, de a napi sajtóban megjelent hírek alapján sajnos előfordulnak ilyen tragédiák.

## 2. NÉPSZÁMLÁLÁSI STATISZTIKA

Az alábbi táblázatokban foglalt számszaki értékek a 2011. évi népszámlálás alapján kiadott Központi Statisztikai Hivatal kiadványán alapulnak, jelenleg nem áll rendelkezésre ennél frissebb hivatalos adat [9]. A 2. táblázat alapján látható, hogy több mint fél millió honfitársunk fogyatékkal él, amely a teljes lakosságnak ~6%-át jelenti.

/életkor	-14	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-	összesen
fogyatékos-sággal élők	28 464	14 587	28 698	40 414	53 646	117 893	115 874	105 993	89 618	595 187
teljes lakosság	1 447 659	59353 4	1 229 536	1 580 913	1 316 193	1 438 682	1 176 962	754 917	399 232	9 937 628
	1,97%	2,46%	2,33%	2,56%	4,08%	8,19%	9,85%	14,04 %	22,45 %	5,99%

2. táblázat – A fogyatékkal élők száma és aránya a teljes lakossághoz viszonyítva

A megelőző tűzvédelem tapasztalatai és nemzetközi javaslatok, előírások alapján a fogyatékosok típusa is meghatározza, hogy a sérült személyek részére milyen kialakításokkal, szabályozással lehet biztosítani az egyenlő esélyeket. A fogyatékkal élők fogyatékosok szerinti megoszlását a 3. táblázat mutatja. Mint látható a 232.206 fő mozgássérült a fogyatékosok közel 40%-át teszi ki, valamint még a gyengén látók, vakok esetében is befolyásolja mozgási képességüket az állapotuk.

A fogyatékosok típusa/életkor	-14	15-19	20-29	30-39	40-49	50-59	60-69	70-79	80-	Összesen
Mozgássérült	4 573	2 391	5 256	9 573	16 861	50 416	56 430	51 059	35 647	232 206
Gyengén látó, alig látó	2 344	1 717	3 238	4 377	5 811	12 555	12 695	14 593	16 100	73 430
Vak	247	186	457	699	780	1 358	1 635	1 724	1 968	9 054
Értelmi fogyatékos	6 094	4 083	7 307	7 719	6 076	5 182	3 050	1 854	1 414	42 779
Autista	2 598	735	1 071	364	165	88	46	32	21	5 120
Mentálisan sérült (pszichés sérült)	1 648	1 059	2 804	5 216	7 392	12 770	6 897	4 517	3 962	46 265
Nagyothalló	1 596	865	1 864	2 827	3 831	8 005	10 959	14 055	19 012	63 014
Siket	378	264	645	1 025	1 190	1 544	1 366	1 141	1 018	8 571
Siketvak (látás- és hallássérült)	124	61	141	172	245	592	603	583	741	3 262
Beszédhibás	2 151	760	1 422	1 746	1 767	2 559	2 057	1 320	746	14 528
Beszéd fogyatékos	1 962	598	1 114	1 070	1 076	1 614	1 637	1 123	719	10 913
Súlyos belszervi fogyatékos	2 160	764	1 546	2 618	4 224	11 887	10 379	8 224	4 846	46 648
Egyéb	260	105	146	205	267	519	364	261	150	2 277
Ismeretlen	2 329	999	1 687	2 803	3 961	8 804	7 756	5 507	3 274	37 120
Fogyatékosokkal élők	28 464	14 587	28 698	40 414	53 646	117 893	115 874	105 993	89 618	595 187

3. táblázat – A fogyatékkal élők fogyatékosok szerinti száma

A megelőző tűzvédelemben felhasználható információnak tekinthető a BM OKF által 2016. december 20-án kiadott (azonosító: TvMI 2.2:2016.12.20.) Tűzvédelmi Műszaki Irányelv – Kiürítés témakör (továbbiakban: TvMI – Kiürítés) E mellékletében (4. táblázat) megadott adatok, amelyben szintén a 2011.-es népszámlálási adatokra illetve nemzetközi publikációban megjelent arányosításra alapozva határozták meg a különböző segédeszközöket használók számát.

Fogyatékosok típusa	teljes lakosság %-ában	fogyatékosok száma	fogyatékosok % arányban
Mozgáskorlátozott	2,34	232 206	41,37
- kerekesszéket használó	0,02	1 988	0,35
- járókeretet, rollátort használó	0,05	4 969	0,89
- sétabotot, mankót használó	0,47	46 707	8,32
- egyéb eszközt használó	0,32	31 800	5,67
- segítőeszköz nélkül közlekedő	1,5	149 064	26,56

4. táblázat – Kiürítés TvMI E1 táblázata

## **KUTATÁSI CÉLKITŰZÉSEK**

Úgy gondolom, hogy az általam feldolgozott téma társadalmi jelentőséggel bír, mert a társadalmunkban is egyre növekszik a menekülésükben korlátozott személyek száma (például előregedés, elhízási arány növekedés miatt), valamint egy-egy katasztrófa helyzet az átlagnál sokkal nagyobb mértékben sújtja a fogyatékos embereket és a többségi társadalom reakciója is általában erősebben jelentkezik.

Alapvető kutatási célként a különböző fogyatékosokkal rendelkező személyek épületből történő menekülésének megelőző tűzvédelem során történő tervezhetőségét fogalmaztam meg épülettűz esetére. Célom az volt, hogy a mozgásukban korlátozott személyek menekülési képességéből adódó különbségek a jelenleginél pontosabban kerüljenek beépítésre a hazai szabályozásokba és a tervezési folyamatokba. A mozgásképtelen személyeket a kutatásom során figyelmen kívül hagytam, mivel az ő menekítésük csak személyzet segítségével oldható meg. Ennek érdekében igyekeztem olyan javaslatokat megfogalmazni, amelyek mind a felhasználói, mind a hatósági oldal részére használható megoldást jelentenek az egyenlő esélyek megteremtése érdekében. A javaslatok kidolgozásához részleteiben a következő kutatási részfeladatokat fogalmaztam meg:

- ismertetem a különböző emberi fogyatékoságok fajtáit és elemzem ezek hatását az épületekből, tűz esetén történő menekülésre;
- minél nagyobb darabszámú méréseket végzek a fogyatékos személyek mozgására vonatkozóan;
- a mért értékeket a statisztikai módszerek segítségével feldolgozom és kiértékelem;
- a kapott értékeket összevetem a nemzetközi irodalom által publikált adatokkal és egymással;
- megvizsgálom a kapott eredmények alkalmazhatóságát hagyományos kiürítés számításban és számítógépes kiürítés szimulációban.

## **AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE**

Az első fejezetben feldolgoztam a fogyatékos személyek menekülésére vonatkozó rendelkezésre álló hazai és nemzetközi irodalmat és szabályozásokat. A történeti áttekintés során megvizsgáltam a tűzvédelmi előírások kialakulását és fejlődését, valamint feldolgoztam a kiürítés ellenőrzésének kialakult lehetőségeit. A második fejezetben ismertetem a fogyatékoságok csoportosításait és osztályozásait, valamint ezek lehetséges hatásait a különböző csoportok menekülési képességére vonatkozóan

A harmadik fejezetben rögzítettem az általam elvégzett mérési sorozat körülményeit, a feltett kérdéseket, a mérési eredményeket és azok statisztikai feldolgozását. A negyedik fejezetben ismertetem a mért eredmények alapján kialakított megállapításaimat, azok értékeléseit és statisztikai igazolását. Az ötödik fejezetben egy kifejezetten fogyatékos személyek ellátására szolgáló épület kialakítását vizsgálom meg. Ebben ellenőrzöm a terület kiüríthetőségét a jogszabályban rögzített módszerrel, valamint mérnöki megközelítéssel.

A hatodik fejezetben összefoglaltam a kutatásaimat, a kutatási eredményeket és javaslatokat teszek azok további felhasználhatóságára illetve további kutatási irányok megfogalmazására.

## **KUTATÁSI MÓDSZEREK**

A kutatás során tanulmányoztam a témával kapcsolatos hazai és nemzetközi szakirodalmat, a legújabb kutatási és kísérleti eredményeket, ajánlott elméleti és gyakorlati eredményeket melyek értékelő áttekintését ismertetem az értekezésemben. Bemutattam a tűzvédelmi előírások fejlődését, megvizsgáltam a fogyatékos személyekre vonatkozó külön követelmények megjelenését.

Méréssorozatot végeztem és matematikai elemzéssel kimutattam, hogy a különböző csoportok befolyásolják-e a sérült személyek várható haladási sebességét. Részletes adatgyűjtéssel, számításokkal, mérésekkel, számítógépes kiürítés modellezés alkalmazásával és saját tapasztalataim szintetizálásával igyekeztem kutatási eredményeimet alátámasztani. A haladási sebességek számszerű értékeinek ismeretében kielemeztem, hogy az új eredmények figyelembe vétele milyen hatással van a kiürítés idejének igazolása során. Számításokkal igazoltam, hogy a méréseim új tudományos eredményeket hoznak.

Elemeztem a nemzetközileg publikált adatokat, alkalmaztam a logikai elemzés módszerét az - alapvetően mérések során feltárt - adatok feldolgozása, elemzése, értékelése, ebből következtetések levonása utáni javaslatok megfogalmazása terén. Az általános kutatási módszerek közül a rendszer-szemléletű megközelítés, a megfigyelés, az analízis, indukció – dedukció, az adaptáció és a tapasztalat – a gyakorlati megfigyelés – módszereit használtam fel.

# **1. A FOGYATÉKOS SZEMÉLYEKRE VONATKOZÓ SZABÁLYOZÁSOK VIZSGÁLATA A MAGYARORSZÁGI ÉPÍTÉSZETI TŰZVÉDELEM KEZDETÉTŐL NAPJAINKIG**

## **1. TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉS**

A tűzbiztos építési mód minden egyes szakaszánál szembeötlő, hogy a tűzbiztonság és az életbiztonság között mennyire szoros kapcsolat áll fenn. Kijelenthető, hogy mindaz, ami nem tűzbiztos, egyszersmind az életbiztonságot is veszélyezteti. E szoros kapcsolat mellőzhetetlenné teszi, hogy egyszerre sok ember által látogatott épületekben az életbiztonság szempontjából is megelőzőleg, prevencionálisan kell gondoskodni.

II. József a még nem koronázott magyar király 1788. július 26.-án adta ki a tűzvédelmi pátensét, azt az általános rendeletet, amely a tűzrendészeti teendőket és hatósági munkakört először összegezte Magyarországon. A rendelet beosztása ugyanaz volt, mint manapság is. Tartalmazza a megelőző tűzrendészeti tennivalókat, majd a tűzjelzéssel, az oltással, végül a tűzvizsgálattal kapcsolatos intézkedéseket. Tartalmazta a tűztávolságot, tűz-ellenző fal (tűzfal) létesítését, tűzoltók részére az utak szabadon tartását, oltóvíz biztosítást, kémények létesítését. Első törvényünk, mely megelőző tűzrendészetű jelentőségű Szent István II. törvénykönyvének 8. fejezete, mely szerint vasárnap mindenki köteles templomba menni kivéve azok, akik a tűzhelyet őrzik [10].

Az 1824. évben kiadott magyar építéstudomány szakkönyvben az utcára nyílóajtók szárnyait még befele nyílóan határozták meg, hogy a gyalogosoknak ne legyen akadály a kifelé nyíló ajtószárny [11].

Az 1882. augusztus 11-én kiadott 43,744 számú helyhatósági szabályrendelet a budapesti színházak tűzbiztonsága tárgyában 1882. december 22-én módosításra került a 67399 számú rendelettel. A rendelet módosítását a bécsi Ring színház 1881. december 8-án történt katasztrófája (4. és 5. ábra) során levont tűzrendészeti előírások kötelezővé tétele eredményezte. Ilyen változást jelentett, hogy a nézőtérből a csarnokba, illetőleg az oldalfolyosókra minden 100 ember számára egy 1,25 méter széles kijárati ajtó létesítendő. Az 1881. évi vasárnapi újság 500 főben jelölte meg a tűz következtében elhunytak számát [12]. Ettől az időponttól számíthatjuk a hazai tűzmelegítés erőteljes térnyerését az építészetben.



4. ábra – Ring színház épülete



5. ábra – Ring színház tűzvész utáni állapota

A párizsi nagy bazár tűzvésze (1897) egy jótékonysági bazárban tartott párizsi mozielőadáson tör ki, amely során 129 személy vesztette életét [13,14].

A katasztrófák arra a körülményre voltak visszavezethetőek, hogy nem tartották szükségesnek a befogadóképesség megállapításával és a kijáratok számával, valamint elrendezésével foglalkozni. Az esetek alapján elődeink felismerték, hogy a nagyobb befogadó képességű épületekben (pl. színház) a kiürítési ajtóknak arra kell nyílniuk, amerre az emberek elhagyják az épületet, valamint azt, hogy az ajtók ne csapódjanak vissza az áramló emberek felé.



6. ábra – Parisi Nagy Áruház épülete

Az első nagy létszámot befogadni képes épület tüzesete Magyarországon az ország legelső és legrégebbi európai nivójú nagy áruháza a „Parisi Nagy Áruház” volt (6. és 7. ábrák). A fedett márványoszlopos hallja négyemeletnyi áruosztályt foglalt magába. A 1903. augusztus 24.-én történt tüzeset során teljesen megsemmisült és 13 halálos áldozatot követelt. 16 ember ugrott ki az épületből, amelyből 12-en lelték halálukat. Az áldozatok halálát leginkább az okozta, hogy a szemlélődő közönség biztatására az emberek az ablakon keresztül hagyták el az épületet, de a nagy füsttől nem látták az ugróponyva helyét és a fal mellett estek le a járdafelületre [15].



7. ábra – Parisi Nagy Áruház épület tűzvész utáni állapota



## 1.2. KIJÁRAT, LÉPCSŐ, MENEKÜLÉSI ÚTVONAL LEGNAGYOBB MEGENGEDETT TÁVOLSÁGA ÉS AJTÓK LEGKISEBB SZABAD BELMÉRETE

A hazai szabályozásban először 1914-ben jelentek meg előírások a megengedhető távolságokra és szélességekre vonatkozóan. A helyiségek kijárata és a főlépcső között 30 m-nél nagyobb távolság ne legyen. Áruházban annyi lépcsőt kellett építeni, hogy bármely ponttól legfeljebb 25 m távolságra védett menekülésre alkalmas lépcső legyen található. Az ajtókat úgy kell elhelyezni, hogy az azok tengelypontjából húzott 20 m sugarú körök a nézőtér egész területét lefedjék, és hogy minden ajtón 20 m-nél nem hosszabb törésnélküli folyosó felhasználásával a lépcsőház, vagy előcsarnok elérhető legyen. E kijáratokba lépcsőfokot alkalmazni nem szabad. Pince szinten az ajtók számára és elhelyezésére nézve irányadó, hogy bármely ponttól legfeljebb 20 m távolságra védett menekülésre alkalmas kijárat legyen [16].

1957-től kezdve a színházak, kultúrtermek és előadó-helyiségek esetén a nézőtéren annyi kijáratot kellett létesíteni, hogy annak bármely pontjától a legközelebbi ajtó legfeljebb 15 m-es útvonalon el lehessen érni [17].

Bár az előírások először a nagy forgalmú illetve tömegtartózkodású épületek esetében jelentek meg, 1963-tól kezdve ezek kiegészültek munkahelyekre vonatkozóan és teljesen általános előírásokkal is. A helyiségek vészkiáratát úgy kellett elhelyezni, hogy:

- az (A) és (B) tűzveszélyességi osztályba tartozó létesítményben 15 m-en,
- a (C) tűzveszélyességi osztályba tartozó létesítményben, valamint köz- és lakóépületben legfeljebb 30 m-en,
- a (D) és (E) tűzveszélyességi osztályba tartozó létesítményben legfeljebb 50 m-en belül a helyiség bármelyik részéből elérhető legyen [18].

1974-től a biztonságos térbe vezető útvonal hosszára megjelentek előírások, amelyek azonban az általános építésügyi szabályokban voltak találhatóak és nem a tűzrendészetről szóló rendeletben (5. táblázat) [19].

A helyiség tűzveszélyességi osztálya/ megnevezése	A megengedett legnagyobb belső távolság (m) a kijáratig, ha az épület tűzállósági fokozata				
	I.	II.	III.	IV.	V.
„A”	16	15	-	-	-
„B”	18	16	-	-	-

„C”	35	30	24	-	-
„D”	60	50	40	20	-
„E”	100	80	60	24	12
köz- és lakóépületek helyiségei	60	40	24	16	8
tömegtartózkodásra szolgáló helyiség	25	24	16	10	6

5. táblázat – Megengedett távolságok

Az 1974-es és később megjelent tűzvédelmi rendeletekben nem találunk előírásokat a távolságokra vonatkozólag, amely csak később, a 2008 évi OTSZ-ben kerül vissza. A többszintes építmény lépcsőházait úgy kellett elhelyezni, hogy attól a huzamosabb tartózkodásra szolgáló helyiség bejárata legfeljebb a következő távolságra legyen:

- „A”, „B” építményben 15 m,
- áruház, üzletház 25 m,
- „C” építményben 30 m,
- „D”, „E” építményben – lakó- és irodaépület kivételével – 50 m.

Később az Építésügyi Minőségellenőrző Intézet által kidolgozásra került az MSZ 595-6 T (1991-12) Építmények tűzvédelme Kiürítés szabvány tervezet, amelyet az MSZ 595-6:1980 helyett kívántak bevezetni 1993. január 1-je hatálybalépéssel, de végül ez nem történt meg.

A tervezetben javasolt megoldás a kiürítés megengedett időtartamát csak az útvonalak hossza és a helyiség ajtóinak átbocsátóképessége szerint számította volna időben. A folyosók, lépcsők és ajtók szélességét a létszám és korrekciós tényezők figyelembevételével határozta volna meg az alábbiak szerint (6. és 7. táblázat):

(m)	folyosók átlagos szélessége (m)	lépcsők szélessége (m)
számított érték $\leq 0,8$	0,8	0,8
$0,8 < \text{számított érték} \leq 1,2$	1,2	1,2
$1,2 < \text{számított érték} \leq 1,8$	1,6	1,8
$1,8 < \text{számított érték}$	számított érték 0,1 m-el felfelé kerekítve	

6. táblázat – Legkisebb szabad szélesség

(m)	ajtók szélessége (m)
számított érték $\leq 1,2$	0,8
$1,2 < \text{számított érték} \leq 1,8$	1,2
$1,8 < \text{számított érték}$	számított érték 0,6 m-el felfelé kerekítve

7. táblázat – Ajtók legkisebb szabad szélessége

A 2015. március 5-én hatályba lépett 54/2014. (XII.5.) BM rendelettel bevezetett Országos Tűzvédelmi Szabályzat (továbbiakban OTSZ) bevezeti a menekülési útvonal, a biztonságos tér és az átmeneti védett tér elérési távolságának és a menekülési útvonalnak megengedett legnagyobb hosszúságát, valamint a menekülési útvonal legkisebb szabad szélességét és a menekülési útvonalon beépített ajtók legkisebb szabad belméretét a menekülő személyek létszámának függvényében (8. és 9. táblázatok).

	A megengedett legnagyobb útvonalhossz (m), ha a kiűritendő kockázati egység kockázati osztálya			
	NAK	AK	KK	MK
Menekülési út elérési távolsága				
Átmeneti védett tér és biztonságos tér elérési távolsága menekülési útvonal nélkül	30	45	45	30
Menekülési út elérési távolsága, valamint átmeneti védett tér és biztonságos tér elérési távolsága menekülési útvonal nélkül abban az esetben, ha a helyiség belmagassága 4 méternél nagyobb, beépített tűzjelző berendezéssel ellátott és hő és füst elleni védelme biztosított	45	60	60	30
Menekülési útvonal megengedett legnagyobb hossza	200	300	300	200
Menekülésben korlátozott személyek részére szolgáló átmeneti védett tér elérési távolsága menekülési útvonalon keresztül, a menekülési útvonalba lépés helyétől mérve	40			

8. táblázat – Megengedett legnagyobb útvonalhossz

Itt megjelenik a táblázatban az átmeneti védett tér is, amely utal a fogyatékos személyek jelenlétére is, bár számszerűleg nem tér el az erre vonatkozó követelménye.

menekülő létszám (fő)	menekülési útvonal, lépcsőkar legkisebb szabad szélessége (m)	menekülési útvonalon beépített ajtó legkisebb szabad belmérete (m)
0-50	1,2	0,9
51-100		1,2 vagy 2 db 0,9
101-	1,2 + minden további megkezdett 100 főre további 0,6	minden megkezdett 50 főre 0,6 és egyetlen ajtó szabad belmérete sem lehet kisebb 0,9 méternél

9. táblázat – Legkisebb szabad szélesség, belméret

Az általános távolságok megadása mellett még a nézőterek, előadótermek esetében további speciális követelmények is megjelentek, mely szerint a 10-es táblázatban rögzített esetekben a helyiségnek legalább 2 kijáratot kell rendelkeznie, amelyek egymástól mért minimális távolsága 10 m legyen.

befogadóképesség (fő)	helyiség		
50 <	pinceszinti	vagy	30 méter feletti
100 <	nem a terepszinti kijáráttal azonos szinten lévő padlóvonalú		
200 <	nem rögzített székes		

10. táblázat – Nézőterek, előadótermek, rendezvénytermek szabályai

A jelenleg is hatályos jogszabályban ezzel a geometriai ellenőrzési lehetőséggel megjelent az a nemzetközi előírásokban már régen szereplő tendencia, hogy legyen egy nagyon egyszerű, mindenki által számolható és ellenőrizhető módja is a kiürítés igazolásának.

### 1.3. KIÜRÍTÉS SZÁMÍTÁS

A magyar szabályozásban először 1968-ban jelent meg a mai kiürítési számítással azonos képletek komplex gyűjteménye [20,21]. A mai szabályozástól a haladási sebességek meghatározása tér el (11. táblázat), valamint a képletekben a – ma használatos - „k” átbocsátási tényező<sup>4</sup> helyett még a 25 fő /60 cm számokat alkalmazták.

a helyiségben egy főre jutó alapterület (m <sup>2</sup> )	vízszintes haladási sebesség (m/min)	haladás lépcsőn (m/min)	
		lefelé	felfelé
1 alatt	16	10	8
1 felett	30	10	8

11. táblázat – Haladási sebességek meghatározása (1968)

Az 1974-es BM rendelet írta elő, hogy minden létesítmény esetében szükséges kiürítés számítást készíteni [22]. A kiürítés számításához lényegében változatlanul átvették az 1968-ban kiadott képleteket és sebesség értékeket, emellett minden épülettípusra meghatározták a teljesíteni szükséges kiürítési időket (12. táblázat).

kiürítendő helyiség, létesítmény megnevezése	kiürítés megengedett időtartalma (perc) az épület tűzállósági fokozatának függvényében		
	I.-II.	III.	IV.-V.
első szakasz			
tömegtartózkodásra, tömegközlekedésre, valamint A-C tűzveszélyességi osztályba sorolt termelési helyiségek	1,0	1,0	1,0

<sup>4</sup> „k” átbocsátási tényező: a menekülő személyek menekülési képességétől és a kiürítési útvonal adott szakaszának szabad szélességétől függően az egységnyi szabad szélességen egységnyi idő alatt számítottan áthaladó személyek száma

állandó emberi tartózkodásra, valamint D-E tűzveszélyességi osztályba sorolt termelési helyiségek	2,0	1,5	1,5
második szakasz			
tömegtartózkodásra, tömegközlekedésre, valamint A-C tűzveszélyességi osztályba sorolt termelési épületek (tűzszakaszok)	6,0	2,5	-
állandó emberi tartózkodásra, valamint D-E tűzveszélyességi osztályba sorolt termelési épületek (tűzszakaszok)	6,0	3,0	2,0

12. táblázat – Kiürítési idők meghatározása (1974)

Emellett megjelentek az alábbi megkötések is, amelyek korlátozták az előforduló akadályok és műszaki megoldások kialakítását és nagyjából változatlan formában a jelenleg hatályos előírások között is szerepelnek:

- a kiürítésre számításba vett útvonalon toló, körforgó, illetőleg billenő rendszerű ajtót alkalmazni nem szabad;
- a kiürítésre számításba vett nyílászáró szerkezetek csak a kiürítés irányába nyílhatnak és azokat - míg a helyiségben tartózkodnak - lezárni nem szabad;
- tömegforgalmú és tömegtartózkodásra szolgáló létesítményben a nyílászáró szerkezetet kilincs nélkül egy mozdulattal nyithatóan és nyitott állapotban önműködően rögzítődően kell kialakítani;
- a kiürítésre számításba vett útvonal kijáratainak nyílásába küszöböt építeni - a 20 főnél kevesebb személy tartózkodására szolgáló helyiség kivételével - nem szabad;
- többszintes épületnek a kiürítésre számításba vett útvonalain éghető anyagok beépítéséhez, illetőleg elhelyezéséhez - jogszabályban, állami szabványban nem szabályozott esetben - az első fokú tűzvédelmi hatóság hozzájárulása szükséges;
- a kiürítésre számításba vett lépcsőház, közép- és zártfolyosó füstelvezetését - ágazati szabvány vagy a tűzvédelmi hatóság által meghatározott esetekben füstmentességét - biztosítani kell;
- a kiürítés céljára íves karú lépcsőt, mozgólépcsőt, csúszdát, hágsót, felvonót, valamint 10%-nál meredekebb lejtőt számításba venni nem szabad;
- a tömegforgalmú és tömegtartózkodásra szolgáló létesítményben, valamint az üzemi csarnokokban a kiürítésre számításba vett kijáratot, utat és folyosót irányjelző felirattal kell ellátni, amelyet - ha a létesítményben személyek tartózkodnak - meg kell világítani. Az irányjelző feliratokat állami szabványok határozzák meg;

- a kiürítési útvonal ajtóinál függöny, szélfogó csak úgy helyezhető el, hogy az széthúzáskor a kijáratot ne szűkítse. A függöny a padló síkját nem érheti el, belső széleit eltérő színű csíkkal meg kell jelölni.

Az 1980-as BM rendeletben szereplő kiürítési számítás során alkalmazható haladási sebességek (13. táblázat) és a hozzájuk tartozó megengedhető kiürítési idők (14. táblázat) lényegében megfelelnek a 2015-ig érvényes előírásoknak [23].

a helyiségben egy főre jutó alapterület (m <sup>2</sup> )	vízszintes haladási sebesség (m/min)	haladás lépcsőn (m/min)	
		lefelé	felfelé
1-ig	16	10	8
1-25	30	20	15
25 felett	40	20	15

13. táblázat – Haladási sebességek meghatározása (1980)

kiürítendő helyiség, létesítmény megnevezése	kiürítés megengedett időtartalma (perc) az épület tűzállósági fokozatának függvényében		
	I.-II.	III.	IV.-V.
első szakasz			
Nagy forgalmú ill. tömegtartózkodásra, valamint A-B tűzveszélyességi osztályba sorolt helyiségek	1,5	1,0	0,75
huzamos tartózkodásra, valamint C-E tűzveszélyességi osztályba sorolt helyiségek	2,0	1,5	1,0
egyszintes csarnok, méret függvényében	2,0-5,0	1,5-4,5	1,0-2,5
második szakasz			
tömegtartózkodásra, tömegközlekedésre, valamint A-C tűzveszélyességi osztályba sorolt termelési épületek (tűzszakaszok)	6,0	5,0	1,5
állandó emberi tartózkodásra, valamint D-E tűzveszélyességi osztályba sorolt termelési épületek (tűzszakaszok)	8,0	6,0	2,5

14. táblázat – Kiürítési idők meghatározása (1980)

Az 1971-ben kiadott szabványokban jelent meg először a kiürítés ellenőrzés első és második szakaszának számítása, a következő metódus szerint [21,22].

## KIÜRÍTÉS ELSŐ SZAKASZA

A kiürítés első szakaszát kétféleképpen szükséges ellenőrizni: egyrészt az útszakaszok hossza alapján, másrészt az ajtók átbocsátóképessége alapján.

a nézőtéri útszakaszok alapján

$$t_a = S_1/V_1 + S_2/V_2 + \dots + S_n/V_n \leq t_{1\text{meg}} = 1,5 \text{ perc} \quad (1.1)$$

ahol:

$t_a$  – a nézőtér kiürítésének időtartama a legtávolabbi elhelyezendő nézőtől a hozzá legközelebb eső kijáratig (percben)

$S_1, S_2 \dots S_n$  – az egyes útszakaszok hossza, az úttengelyeken mérve (m)

$v_1, v_2 \dots v_n$  – az egyes útszakaszokhoz tartozó haladási sebességek (m/perc)

a nézőtéri ajtók átbocsátóképessége alapján

$$t_b = N / \sum x \cdot 25/60 \leq t_{1\text{meg}} = 1,5 \text{ perc} \quad (1.2)$$

ahol:

$t_b$  – a nézőtér, illetve annak egy részének kiürítési időtartama az ajtók átbocsátóképessége (percenként 25 személy, 60 cm-es ajtószélességen) alapján (perc)

$N$  – az eltávolítandó személyek száma az egyes kijáratokhoz tartozó ülőhelycsoportok figyelembevételével (fő)

$\sum x$  – a számított nézőtéri részhez tartozó kijáratok szélességének összege (cm)

## KIÜRÍTÉS MÁSODIK SZAKASZA

A kiürítés második szakaszát háromféleképpen szükséges ellenőrizni az alábbi képletekkel: az útvonalhossz, a lépcsők átbocsátó képessége és a szabadba vezető ajtók átbocsátó képessége alapján.

az útszakaszok hossza alapján

$$\tau_a = t_{\text{max}} + S_1/V_1 + S_2/V_2 + S_3/V_3 + \dots + S_n/V_n \leq \tau_{\text{meg}} = 6,00 \text{ perc} \quad (1.3)$$

ahol:

$\tau_a$  – a mozi épület kiürítésének időtartama az úthosszak alapján (perc)

$t_{\text{max}}$  – a nézőtér kiürítésének max. időtartama az első szakasz képlet alapján (perc)

$S_1, S_2 \dots S_n$  – az egyes útszakaszok hossza, az úttengelyeken mérve (m)

$v_1, v_2 \dots v_n$  – az egyes útszakaszokhoz tartozó haladási sebességek (m/perc)

a lépcsők átbocsátóképessége alapján

$$\tau_b = t_{01} \cdot N / \sum x \cdot 25/60 + S_1/V_1 + S_2/V_2 + \dots + S_n/V_n \leq \tau_{\text{meg}} = 6,00 \text{ perc} \quad (1.4)$$

ahol:

$\tau_b$  – a mozi épület kiürítésének kiürítési időtartama a lépcsők átbecsátóképessége (percenként 25 személy, 60 cm-es ajtószélességen) alapján (perc)

$t_{01}$  – a lépcső eléréséhez szükséges idő a hozzá legközelebb eső nézőtéri ülőhelytől mérve az útszakaszok alapján (perc)

$N$  – az eltávolítandó személyek száma (fő)

$\sum x$  – a lépcsőkarok szélességének összege (cm)

$S_1, S_2 \dots S_n$  – az egyes lépcső és útszakaszok hossza az utcai kijáratig az úttengelyeken mérve (m)

$v_1, v_2 \dots v_n$  – az egyes útszakaszokhoz tartozó haladási sebességek (m/perc)

a szabadba vezető ajtók átbecsátóképessége alapján

$$\tau_b = t_{02} \cdot N / \sum x \cdot 25/60 \leq \tau_{meg} = 6,00 \text{ perc} \quad (1.5)$$

ahol:

$\tau_a$  – a mozi épület kiürítésének időtartama a szabadba vezető ajtók átbecsátóképessége alapján (perc)

$t_{02}$  – a szabadba vezető ajtó eléréséhez szükséges idő a hozzá legközelebb eső nézőtéri ülőhelytől mérve az útszakaszok alapján (perc)

$N$  – az eltávolítandó személyek száma (fő)

$\sum x$  – a szabadba vezető ajtókiáratok szélességének összege (cm)

A számítás menetében változás egyedül 1980-ban történt, amikor a cm-ben magadott ajtó, lépcső szélességek m-re változtak és ezáltal a 25/60 tényező egy 41,7 értékű „k” tényezőre alakult át [23]. (A jogszabállyal párhuzamosan megjelent az MSZ 595-6:1980 Építmények tűzvédelme Kiürítés című szabvány is, azonos tartalommal.)

Az 1986. évben kiadott jogszabályból kikerült a számítás menete és már csak az önálló MSZ 595 tűzvédelmi szabvány sorozat 6 része tartalmazta [24]. Később a kiürítés számítás szabvány (MSZ 595-6) alkalmazását kötelezővé tévő jogszabály hatályon kívül helyezésével a jogszabályalkotók változatlan formában emelték át a tűzvédelem és a polgári védelem műszaki követelményeinek megállapításáról szóló 2/2002. (I. 23.) BM rendelet 5. sz. melléklet I/6 fejezetébe, majd az azt hatálytalanító az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról szóló 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet melléklet 5. rész I/7 fejezetébe. Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról szóló 28/2011. (IX. 6.) BM rendelet ötödik rész XXVIII. fejezet



ugyancsak változatlan formában tartalmazta, kiegészítve a szabadtéri tömegrendezvény<sup>5</sup> kiürítés számításával.

A jelenleg hatályos OTSZ lehetővé teszi a geometriai ellenőrzést a 8 és 9 táblázatokban bemutatott szélességek és távolságok betartásával, azonban lehetővé teszi a számítási módszer alkalmazását is.

Erre két módszer alkalmazható: a TvMI – Kiürítés szerinti kézi számítással vagy a BM OKF 2017. július 3-án kiadott (azonosító: TvMI 8.3:2017.07.03.) Tűzvédelmi Műszaki Irányelv – Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimuláció témakör (továbbiakban: TvMI – Szimuláció) szerinti szimulációval.

Az OTSZ-ben megtaláljuk a kiürítés megengedett időtartamait (15. táblázat) a kockázati egység kockázati osztály függvényében, amely jelentősebb változást hozott az eddig megszokott értékekhez képest.

	a kiürítés megengedett időtartama (perc), ha a kockázati egység kockázati osztálya			
	NAK	AK	KK	MK
első szakasz	1,0	1,5	1,5	1,0
második szakasz	6,0	8,0	6,0	6,0

15. táblázat – A kiürítés megengedett időtartamai

A TvMI – Kiürítés táblázata tartalmazza az átlagos haladási sebesség értékeket a személysűrűség függvényében (16. táblázat). Fontos kitételként szerepel, hogy ezek a haladási sebesség értékek a populáció egészére vonatkoztatott átlagos értékek, amelyek magukban foglalják az ép és a fogyatékos személyek jelenlétét is.

a helyiségben, vagy a veszélyeztetett területen áthaladók létszámsűrűsége (fő/m <sup>2</sup> )	vízszintes haladási sebesség m/min [m/s]	haladás lépcsőn, m/min [m/s]	
		lefelé	fölfelé
0,5 alatt	40,00 [0,67]	32,00 [0,53]	30,00 [0,25]
0,5-től 1-ig	37,00 [0,62]	30,00 [0,53]	28,00 [0,46]
1-től 2-ig	29,00 [0,48]	23,00 [0,38]	21,00 [0,36]
2-től 3-ig	17,00 [0,28]	14,00 [0,23]	13,00 [0,21]
3 felett	6,00 [0,10]	5,00 [0,08]	4,00 [0,07]

16. táblázat – Átlagos haladási sebesség értékek

5 „szabadtéri rendezvény: 5000 m<sup>2</sup>-nél nagyobb, épületen kívüli területen megtartott szervezett esemény, ide nem értve a családi eseményekkel kapcsolatos rendezvényeket, valamint a létesítmény működési engedélyével összefüggő rendezvényeket.”

A TvMI Kiürítésben meghatározott egyenletekben kismértékű változás történt a korábbi szabályozáshoz képest. Az egyenletek nagyjából megmaradtak a korábbi formájukban, de alkalmazásukat a tapasztalat alapján bővítették a helyiségcsoport kiürítésének ellenőrzésével, illetve pontosítás történt a jogmagyarázatokban és a 2. ütem számításában.

### **KIÜRÍTÉS ELSŐ SZAKASZA**

A kiürítés első szakaszának ellenőrzése során különbség látható a helyiség illetve a helyiségcsoport kiürítése között. A helyiségcsoport esetében a kiindulási helyiségen túl ellenőrizni szükséges a menekülési útvonal eléréséig tartó útvonalon a legkisebb szabad szélesség illetve a menekülési útvonalra vezető ajtó átbocsátó képességét is, az útvonalhosszok ellenőrzése mellett.

#### ***A helyiség kiürítésének számítása (kiürítés első szakaszának számítása)***

A helyiség kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = \sum_{i=1}^n \frac{s_{1i}}{v_i} \quad (1.6)$$

ahol:

$t_{1a}$  a legkedvezőtlenebb útvonalból és a haladási sebességből meghatározott idő percben (min)

$s_{1i}$  a menekülésnél számításba vett és meghatározott útvonal útszakaszainak hossza méterben (m)

$v_i$  az egyes útszakaszokhoz tartozó létszámsűrűségektől függően meghatározott haladási sebességeknek (m/min)

A helyiség kiürítés időtartama a számításba vett kiürítési útvonal szabad szélességének átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = \frac{N_1}{k * \sum_{i=1}^n l_{1szi}} \quad (1.7)$$

ahol:

$t_{1b}$  a helyiségnek a kiürítési időtartama a kiürítési útvonal szabad szélességének átbocsátóképessége alapján percben (min),

$N_1$  a helyiségből eltávolítandó személyek száma, (fő),

$k$  a kiürítési útvonal szabad szélességének átlagos átbocsátóképessége:

$$41,7 \frac{f\ddot{o}}{m * \text{min}} = \frac{50 f\ddot{o}}{1,20m * 1 \text{ min}}$$

$l_{1szi}$  a helyiség menekülési útvonalra, biztonságos térbe nyíló kijáratának meghatározott számításba vett szabad szélessége méterben (m)

### A helyiségcsoport kiürítésének számítása (kiürítés első szakaszának számítása)

A helyiségcsoport kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján

$$t_{2a} = t_{1ma} + \sum_{i=1}^n \frac{S_{2i}}{v_i} \quad (1.8)$$

ahol:

$t_{2a}$  a vizsgált helyiségcsoport kiürítési időtartama a menekülési útvonalra vagy biztonságos térbe vezető kijáratól legtávolabb lévő helyiségtől mért útvonalhossz alapján, percben (min)

$t_{1ma}$  a helyiség elhagyásánál számított kiürítési időtartamok közül a legnagyobb, percben (min)

$s_{2i}$  annak a helyiségnek a legtávolabbi kijáratától a menekülési útvonalba vagy biztonságos térbe vezető kijáratig vett útvonalainak együttes hossza, amely a  $t_{1ma}$ -val együttesen a legnagyobb  $t_{2a}$  értéket adja, méterben (m)

$v_i$  a számításba vett útvonalhoz tartozó létszámsűrűségtől függően a meghatározott haladási sebességek (m/min)

A helyiségcsoport kiürítés időtartama a számításba vett kiürítési útvonal szabad szélességének átbecsítőképessége alapján

$$t_{2b} = t_{y1} + \frac{N_2}{k * \sum_{i=1}^n l_{2szi}} + \sum_{i=1}^n \frac{S_{2i}}{v_i} \quad (1.9)$$

ahol:

$t_{2b}$  a vizsgált helyiségcsoport kiürítési időtartama, a kiürítési útvonal szabad szélességének átbecsítőképessége alapján, percben (min)

$t_{y1}$  a legszűkebb keresztmetszet eléréséhez szükséges idő, a kiürítésnél számításba vett, hozzá legközelebb eső helyiség legközelebbi ajtajától mérve, az útszakaszok alapján, percben (min)

$N_2$  a kiürítési útvonalon számításba vett szűkítésen menekülő személyek száma (fő)

$s_{2i}$  a legszűkebb keresztmetszettől a menekülési útvonalra vagy biztonságos térbe vezető kijáratig tartó útvonalak együttes hossza, méterben (m)

$k$  a kiürítési útvonal szabad szélességének átlagos átbecsítő képessége:

$$41,7 \frac{f\ddot{o}}{m * \text{min}} = \frac{50 f\ddot{o}}{1,20m * 1 \text{ min}}$$

$l_{2szi}$  a helyiségcsoport kiürítési útvonalának meghatározott számításba vett legszűkebb keresztmetszetet adó szabad szélessége, méterben (m)<sup>6</sup>

$v_i$  a számításba vett útvonalhoz tartozó létszámsűrűségtől függően a meghatározott haladási sebességek (m/min)

A helyiségcsoport kiürítés időtartama kiürítésre számításba vett menekülési útvonalra vagy biztonságos térbe vezető nyílászárók átbecsítő képessége alapján

<sup>6</sup> A 2015. augusztus 8-án kelt BM OKF tájékoztató 2. táblázat alapján az értéke: 0

$$t_{2c} = t_{y2} + \frac{N_2}{k * \sum_{i=1}^n l_{2szi}} \quad (1.10)$$

ahol:

$t_{2c}$  a vizsgált helyiségcsoport kiürítési időtartama a menekülési útvonalra vagy biztonságos térbe vezető nyílászárók, falnyílások átbecsátóképessége alapján, (min)

$t_{y2}$  a menekülési útvonalra vagy biztonságos térbe vezető nyílászárók, falnyílások eléréséhez szükséges idő, a helyiségcsoport helyiségei közül – a kiürítésnél számításba vett – az ajtóhoz, falnyíláshoz legközelebb eső helyiség ajtajától mérve, (min)

$N_2$  a vizsgált helyiségcsoportból eltávolítandó személyek száma, (fő)

$k$  a kiürítési útvonal szabad szélességének átlagos átbecsátó képessége:

$$41,7 \frac{f\ddot{o}}{m * \text{min}} = \frac{50 f\ddot{o}}{1,20m * 1 \text{ min}}$$

$l_{2szi}$  a menekülési útvonalra vagy biztonságos térbe vezető nyílászárók, falnyílások szabad nyílás-szélessége, méterben (m)

### KIÜRÍTÉS MÁSODIK SZAKASZA

A kiürítés második szakaszát továbbra is háromféleképpen szükséges ellenőrizni az alábbi képletekkel: az útvonalhossz, a lépcsők átbecsátó képessége és a szabadba vezető ajtók átbecsátó képessége alapján.

Az épület, építmény kiürítési időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{3a} = \sum_{i=1}^n \frac{s_{3i}}{v_i} \quad (1.11)$$

ahol:

$t_{3a}$  az épület, építmény kiürítési időtartama a biztonságos térbe vezető kijárattól legtávolabb lévő helyiségtől mért útvonalhossza alapján, percben (min)

$s_{3i}$  annak a helyiségcsoportnak a legtávolabbi kijáratától a biztonságos térbe vezető kijáratig vett útvonalainak együttes hossza, amely együttesen a legnagyobb (m)

$v_i$  a számításba vett útvonalhoz tartozó létszámsűrűségektől függően a meghatározott haladási sebességek (m/min)

Az épület, építmény kiürítés időtartama a számításba vett kiürítési útvonal szabad szélességének átbecsátóképessége alapján:

$$t_{3b} = t_{y2} + \frac{N_3}{k * \sum_{i=1}^n l_{3szi}} + \sum_{i=1}^n \frac{s_{3i}}{v_i} \quad (1.12)$$

ahol:

$t_{3b}$  a vizsgált épület, építmény kiürítési időtartama, a kiürítési útvonal szabad szélességének átbocsátóképessége alapján, percben (min)

$t_{y2}$  a legszűkebb keresztmetszet eléréséhez szükséges idő, a kiürítésnél számításba vett, hozzá legközelebb eső helyiség legközelebbi ajtajától mérve, az útszakaszok alapján, percben (min)

$N_3$  az útvonalon számításba vett szűkítésen menekülő személyek száma, (fő),

$s_{3i}$  a legszűkebb keresztmetszettől a biztonságos térbe vezető kijáratig tartó útvonalak együttes hossza, méterben (m)

$k$  az útvonal szabad szélességének átlagos átbocsátó képessége:

$$41,7 \frac{f\ddot{o}}{m * \text{min}} = \frac{50 f\ddot{o}}{1,20m * 1 \text{ min}}$$

$l_{3szi}$  az épület, építmény kiürítési útvonalának meghatározott számításba vett legszűkebb keresztmetszetet adó szabad szélessége, méterben (m)

$v_i$  a számításba vett útvonalhoz tartozó létszámsűrűségektől függően a meghatározott haladási (m/min)

Az épület, építmény kiürítés időtartama kiürítés során számításba vett biztonságos térbe vezető nyílászárók átbocsátóképessége alapján:

$$t_{3c} = t_{y3} + \frac{N_3}{k * \sum_{i=1}^n l_{3szi}} \quad (1.13)$$

ahol:

$t_{3c}$  a vizsgált épület, építmény kiürítési időtartama a biztonságos térbe vezető nyílászárók, falnyílások átbocsátóképessége alapján, percben (min)

$t_{y3}$  a biztonságos térbe vezető nyílászárók, falnyílások eléréséhez szükséges idő, – a kiürítésnél számításba vett – az ajtókhöz, falnyílásokhoz legközelebb eső helyiség ajtajától mérve, percben (min)

$N_3$  a vizsgált épületből, építményből menekülő személyek száma, (fő)

$k$  a kiürítési útvonal szabad szélességének átlagos átbocsátó képessége:

$$41,7 \frac{f\ddot{o}}{m * \text{min}} = \frac{50 f\ddot{o}}{1,20m * 1 \text{ min}}$$

$l_{3szi}$  a biztonságos térbe vezető nyílászárók, falnyílások szabad nyílás-szélessége, méterben (m).

## 1.4. PUBLIKÁLT HAZAI KUTATÁSI EREDMÉNYEK

A feldolgozott források alapján kijelenthető, hogy Magyarországon először és utoljára a mozgás korlátozottak kiürítés témakörével és azon belül haladási sebességük vizsgálatával mélyebben Heizler György<sup>7</sup> foglalkozott [25]. Tanulmányának az ötödik részében foglalkozott a haladási sebességek meghatározásával, azon belül is számszerű értékeket megadásával.

A vízszintes haladással kapcsolatban "*A felnőtt mozgáskorlátozottak mozgásának sebességét több helyen vizsgálva átlagosan 1,5 m/sec, azaz 90 m/perc - 94,8 m/perc, ...*" megállapítás található és az alábbi mozgáskorlátozottakra vonatkozó 17. táblázat.

Alapterület /m <sup>2</sup> /fő/	Mozgáskorlátozott /m/perc/
1-ig	9
1-25-ig	17
25 felett	22

17. táblázat – Horizontális haladási sebesség értékek

A mozgáskorlátozottak lépcsőn történő haladásának vizsgálata során az alábbiakat tapasztalta: "*A mérések szerint a mozgáskorlátozottak /gipszelt mankós emberek/ az egészséges emberhez viszonyítva háromszor annyi idő alatt tettek meg azonos utat.*" A lépcsőn történő haladási sebességeket az alábbiak szerint határozta meg (18. táblázat).

Alapterület /m <sup>2</sup> /fő/	Mozgáskorlátozott /m/perc/ felnőtt	
	lefelé	felfelé
1-ig	4	3
1-25-ig	8	6
25 felett	8	6

18. táblázat – Vertikális haladási sebesség értékek

A vízszintes haladási sebesség értékeket az MSZ 595/6-80 szabvány 2. táblázatához viszonyította (mint egészséges személyekhez) és a vízszintes értékeknél az egynegyedét, a lépcsőn haladásnál a sebesség harmadát vette figyelembe.

---

<sup>7</sup>"Eddigi szakmai pályafutása során szinte valamennyi szakmai részterülettel foglalkozott. Részt vett GTE, illetve a MTESZ, majd a Magyar Tűzoltó Szövetség és a TSZVSZ Magyar Tűzvédelmi Szövetségmunkájában. 2015 márciusában elnökké választották. Alapító főszerkesztője a Védelem Katasztrófavédelmi Szemle című szakfolyóiratnak, és Védelem Online című virtuális szakkönyvtárnak."

Letöltés időpontja: 2016.03.19. Hozzáférés: URL: [http://www.tszvsz.hu/wp-content/uploads/2015/06/%C3%96n%C3%A9letrajz\\_Heizler-Gy%C3%B6rgy.pdf](http://www.tszvsz.hu/wp-content/uploads/2015/06/%C3%96n%C3%A9letrajz_Heizler-Gy%C3%B6rgy.pdf)

## 1.5. HELYZETKÉP ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Jelen fejezetben összefoglaltam az 1882-től napjainkig a kiürítési távolságok, a kiürítés számítás történelmi fejlődését és megállapítottam, hogy az 1968-ban az épületekre megalkotott számítási képletek gyakorlatilag jelenleg is változatlan formában vannak alkalmazásban.

Az általam felkutatott kiürítés számítások történelmi szempontból történő feldolgozása a 2016. december 20-tól hatályos Tűzvédelmi műszaki irányelv – Kiürítés (azonosító: TvMI 2.2:2016.12.20.) K mellékletben a kiürítés számítások történelmi fejlődése, az adott időszakokban használatos módszerek és szabályok gyűjteménye alatt megjelent.

A kialakult kiürítés számítási metódusok (és előírások) egyikében sem jelent meg a fogyatékos személyekre vonatkozó speciális érték vagy módszer, így gyakorlatilag a jelenlegi szabályozásban ez kidolgozatlan terület.

Heizler György tanulmánya mindenképpen mérföldkő a hazai tűzvédelmi kiürítés kutatás szempontjából, de kritikaként hozzá kell tenni, hogy a mért mozgáskorlátozott sebességek statisztikai számára, eloszlására nem találunk adatot. Emellett azóta sem történt semmilyen előrelépés az általa mért értékek alkalmazhatósága szempontjából.

A feldolgozott irodalmak alapján megállapítottam, hogy jelenleg nem állnak rendelkezésre hazai, publikált, statisztikailag feldolgozott mérési eredmények a fogyatékos személyek haladási sebességére vonatkozóan. Ezen értékek pontos, számszerű meghatározására a tervezési folyamatokban lenne szükséges a kiüríthetőség előzetes ellenőrzéséhez. Ennek értelmében az általam kitűzött kutatási cél egy jelenleg hiányzó terület pótlását hivatott ellátni.

## **2. A FOGYATÉKOSSÁG BESOROLÁSA ÉS ANNAK HATÁSA A MENEKÜLÉSI KÉPESSÉGRE**

A fogyatékoság meghatározása és besorolása többféleképpen történhet meg. Alapvetően egészségügyi kérdés, amelyet azonban tűzvédelmi oldalról szükséges pontosítani.

### **2.1. A FOGYATÉKOSSÁG EGÉSZSÉGÜGYI CSOPORTOSÍTÁSA**

#### **2.1.1. ÁLLANDÓ FOGYATÉKOSSÁG**

A súlyos fogyatékoság minősítésének és felülvizsgálatának, valamint a fogyatékosági támogatás folyósításának szabályairól szóló 141/2000. (VIII. 9.) Korm. rendelet 1.§ meghatározza a fogyatékoság csoportjait és mértékét, vagyis mikor kell valakit fogyatékosnak tekinteni (kivonat a rendelet 1 sz. mellékletéből).

##### **▪ LÁTÁSI FOGYATÉKOSSÁG**

Látási fogyatékosnak azt a személyt kell tekinteni,

a) akinek látóélessége megfelelő korrekcióval

aa) mindkét szemén 5/70,

ab) az egyik szemén 5/50, a másik szemén három méterről olvas ujjakat,

ac) az egyik szemén 5/40, a másik szemén fényérzékelés nincs, vagy a másik szeme hiányzik; rövidlátás esetén – a fenti látásélesség értékeitől függetlenül – csak az jogosult a fogyatékosági támogatásra, akinek közeli látásélessége Csapody V<sup>8</sup>., vagy annál rosszabb, vagy

b) akinek látótere mindkét oldalon körkörösén húsz foknál szűkebb. A szürkehályog műtéttel való gyógyíthatósága kérdésében a megyei, fővárosi vezető szemész szakorvos állásfoglalása az irányadó.

##### **▪ HALLÁSI FOGYATÉKOSSÁG**

Hallási fogyatékosnak azt a személyt kell tekinteni, akinek hallás-küszöbértéke a beszédfrekvenciákon 80 dB felett van, és ennek következtében a hangzóbeszéd megértésére még segédeszközzel sem képes, feltéve, hogy

a) halláskárosodása 25. életévének betöltését megelőzően következett be, vagy

---

<sup>8</sup>A Csapody-féle olvasó-próbát a közeli látás vizsgálatára használják. A Csapody-olvasó tábla szövegei I–XIII-as számozásúak és a szövegnagyság bizonyos látásélességnek felel meg



b) halláskárosodása mellett a hangzó beszéd érthető ejtése elmarad.

Ez a szóbeli kifejezőképesség terén megnyilvánuló olyan súlyos és végleges zavart jelent, amely a kommunikációt lehetetlenné teszi, és a kifejezőmód zavaraiiban vagy a beszéd akusztikus megnyilvánulásának hiányában mutatkozik meg.

#### ▪ **ÉRTELMI FOGYATÉKOSSÁG**

Értelmi fogyatékosnak azt a személyt kell tekinteni, aki

a) önellátásra képtelen, ezért állandó ápolásra szorul, beszéde nem alakult ki vagy tagolatlan, tartalom nélküli, s mindezek következtében a mindennapi élet szintjén csak kismértékben képezhető, és élete más személy állandó segítségével nélkül veszélybe kerülne

(IQ<sup>9</sup> pontja 0–19 között határozható meg olyan teszttel, amelynek átlaga száznál van. BNO<sup>10</sup> szerinti besorolása: F 73.), vagy

b) a hétköznapi életelemi cselekményei területén másokra van utalva, mivel az általános értelmi képessége az adott korosztályú népesség átlagától az első évektől kezdve számottevően elmarad, s amely miatt az önálló élet vezetése jelentősen akadályozott

(IQ pontja: 20–49 között határozható meg olyan teszttel, amelynek átlaga száznál van és standard deviációja 15. BNO szerinti besorolása: F 71–F 72.).

#### ▪ **AUTIZMUS**

IQ értékétől függetlenül autistának kell tekinteni azt a személyt, aki a fejlődés átható (pervazív) zavarában szenved, és az autonómia-tesztek alapján állapota súlyos vagy közép súlyos (BNO szerinti besorolása: F 84.0–F 84.9).

#### ▪ **MOZGÁSSZERVI FOGYATÉKOSSÁG**

Mozgásszervi fogyatékosnak kell tekinteni azt a személyt, akinek a mozgásrendszer károsodása vagy funkciózavara miatt a helyváltoztatása az alább felsorolt segédeszközök állandó és szükségszerű használatát igényli:

a) végtag protézisek

aa) alsó végtag protézisek, egy végtagra (lábszárcsonkra, combcsonkra, csípőízületi csonkra, alsó végtag fejlődési rendellenességeire);

ab) felső végtag protézisek, mindkét végtagra (alkarcsonkra, felkarcsónkra, vállcsonkra);

---

<sup>9</sup>intelligence quotient, azaz intelligenciahányados

<sup>10</sup>Betegségek Nemzetközi Osztályozása [42/1995. (XI. 14.) NM rendelet 1. §]

- ac) felső végtag protézisek, egy végtagra (alkarcsonkra, felkarcsonkra, vállcsonkra), feltéve, hogy a másik felső végtag is olyan mértékben bénult, csonkolt vagy deformált, hogy az a manipulációs képességet jelentős mértékben korlátozza;
- b) ortézisek
- ba) alsó végtag ortézisek, mindkét végtagra (alsó végtag izomzatának bénulása esetén dinamikus rögzítéssel ortézisek, járógépek);
  - bb) felső végtag ortézisek, mindkét végtagra (felső végtag izomzatának bénulása esetén);
  - bc) egy alsó és egy felső végtag ortézis;
  - bd) egy felső végtag ortézis, feltéve, hogy a másik felső végtag is olyan mértékben bénult, csonkolt vagy deformált, hogy az a manipulációs képességet jelentős mértékben korlátozza;
  - be) egy végtag ortézis és gyógyászati segédeszköznek minősülő gerinc ortézis;
- c) személyes mozgás nem testen viselt segédeszközei
- ca) egy karral működtetett járóeszközök (hónalj- és könyökmankók, abban az esetben, ha a kérelmező protézis vagy ortézis állandó használatára az állapotából következően nem képes; könyökmankók, abban az esetben, ha a kérelmezőnek mindkét alsó végtag bénulása, illetve azok súlyos deformitása, vagy a végtagok egymástól eltérő rövidülése miatt nehéz ortopéd cipőt kell viselnie, amennyiben a végtagok súlyos sérülése a végtag térfogat, és ezáltal az izomerő jelentős csökkenését okozza);
  - cb) kerekesszékek (ideértve az olyan helyváltoztatást szolgáló eszközt is, amely valamilyen életfunkciót fenntartó készülékhez kötött; kézi meghajtású vagy elektromos kerekesszék).

Emellett szintén mozgásszervi fogyatékosnak kell tekinteni azt a személyt is, akinek

- a) mindkét felső végtagja a manipulációs képességet olyan jelentős mértékben korlátozóan bénult, csonkolt, deformált vagy torzult, amely önmagában vagy műtéti korrekcióval alkalmas lehet alapfunkciók elvégzésére, de a felső végtag protézis használata esetén e funkciók ellátására már nem lenne képes;
- b) legalább két végtagra vagy egy végtagra és a törzsre kiterjedő tartós ízületi, illetve izommerevsége, bénulása, vagy csont-, illetve ízületi deformitása van, amennyiben ez az állapot a mozgást vagy az érintett testrészek használatát súlyos mértékben akadályozza;
- c) túlmozgással együttjáró súlyos mozgáskoordinációs zavara a járást vagy a motoros képességeket jelentős mértékben akadályozza.

## ▪ KROMOSZÓMA RENDELLENESSÉG

Kromoszóma-rendellenességgel élőknek kell tekinteni azt a személyt, aki az autoszómák vagy nemi kromoszómák teljes egészének vagy azok egy részletének többletével vagy hiányával született, és ebből adódóan állapota súlyos vagy közepsúlyos.

### 2.1.2. IDEIGLENES FOGYATÉKOSSÁG

Amellett, hogy egyes személyek állandó fogyatékossgal rendelkeznek, életük végig vagy nagyon hosszú távon fennáll az állapotuk, vannak, akik csak átmenti ideig tekinthetőek fogyatékosnak. Ilyen állapotok lehetnek egy-egy baleset vagy műtét utáni lábadozás, egy egyszerű csonttörés, betegség időszaka, allergia, amelyek időlegesen befolyásolják a cselekvőképességünket.

A mozgásszervi fogyatékossgához sorolhatóak (ideiglenes állapot) még a túlsúlyos személyek, valamint az állapotos nők (jellemzően a 3. trimeszter időszakában illetve a szülés utáni időszakban).

## 2.2. TŰZVÉDELMI SZEMPONTÚ OSZTÁLYOZÁS

Az OTSZ 4.§ értelmezi a személyek menekülési és menthetőségi kategóriáit a megelőző tűzvédelem részére. A jogszabály a továbbiakban több esetben különböző követelményeket támaszt a különböző kategóriáknak megfelelően.

A tűzvédelmi jogszabály két fő csoportba sorolja a személyeket a menekülési képesség alapján (8. ábra):

- önállóan menekülésre képes személyre<sup>11</sup> és
- menekülésben korlátozott személyre.<sup>12</sup>

A menekülésben korlátozott személy további két csoportra bontható:

- segítséggel menekülő személyre<sup>13</sup> és
- mozgásképtelen személyre.<sup>14</sup>

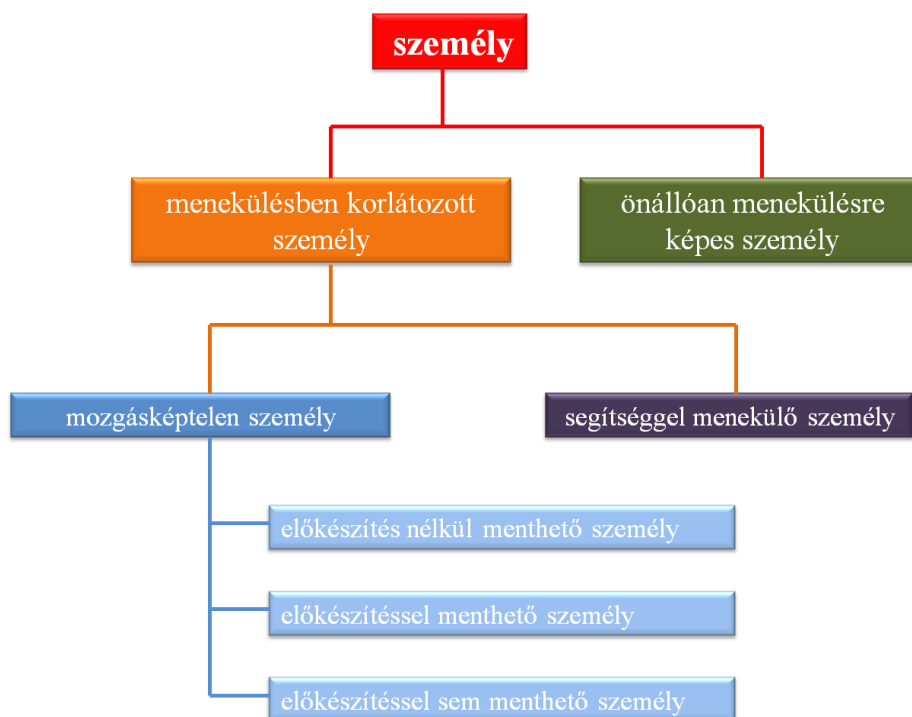
---

<sup>11</sup>*önállóan menekülésre képes személy:* olyan menekülő személy, aki életkora, értelmi és fizikai-egészségi állapota alapján önállóan, esetleg kiegészítő irányítás mellett képes a menekülésre és menekülését nem gátolja kényszertartózkodás miatt külső korlátozás

<sup>12</sup>*menekülésben korlátozott személy:* olyan személy, aki életkora – 0-10 éves vagy 65 év feletti –, értelmi vagy fizikai-egészségi állapota alapján, esetleg külső korlátozás miatt önálló menekülésre nem képes

<sup>13</sup>*mozgásképtelen személy:* olyan személy, aki menekülésre nem képes, mentése pedig személyzetet, szükség szerint segédeszközt igényel

<sup>14</sup>*segítséggel menekülő személy:* olyan menekülésben korlátozott személy, aki fizikai segítség vagy irányítás mellett vagy a külső korlátozás ellenőrzött feloldása és irányítás mellett képes a menekülésre



8. ábra – Menekülő személyek csoportosítása tűzvédelmi szempontból

A mozgásképtelen személyek az alábbi alcsoportba sorolhatóak:

- előkészítés nélkül menthető személyek,<sup>15</sup>
- előkészítéssel menthető személyek,<sup>16</sup>
- előkészítéssel sem menthető személyek.<sup>17</sup>

A kötelező követelmények mellett a TvMI – Kiürítésben is megjelentek a fogyatékos személyek menekülésére vonatkozó megállapítások és javaslatok.

A B (informatív) mellékletben kifejezett javaslatok kerültek megnevezésre a menekülésben korlátozott személyek részére, amelyek részben műszaki megoldásokat, részben használati javaslatokat tartalmaznak. Itt megjelenik még egy fontos megkülönböztetés: a szintek között önállóan menekülni képes és nem képes személyek, ami fontos lehet többszintes épületek kiürítésének tervezése során. Azonban még itt sem került megfogalmazásra, hogy lehetnek olyan fogyatékos személyek, akik önállóan menekülésre képesek, azt mégsem tudják ugyanolyan feltételekkel megtenni, mint ép társaik.

<sup>15</sup>előkészítés nélkül menthető személy: olyan mozgásképtelen személy, akinek mentése előkészítés nélkül végrehajtható

<sup>16</sup>előkészítéssel menthető személy: olyan mozgásképtelen személy, akinek mentése kizárólag előkészítés (szállítható állapot megteremtése és fenntartása) után hajtható végre

<sup>17</sup>előkészítéssel sem menthető személy: olyan mozgásképtelen személy, akinek mentése nem hajtható végre

## 2.3. UEFA: ACCESS FOR ALL

Kiürítés tervezése szempontjából a nagy létszámú közösségi épületek jelentik az egyik legnagyobb kockázatot. Az UEFA rendszeresen kiadja a következő világbajnokság időszakára vonatkozó műszaki és biztonsági előírásait („UEFA: Access for All” címen [26]), és csak az abban foglaltaknak megfelelő stadion épületek pályázhatnak a rendezésre. Bár ezek kifejezetten stadionokra vonatkoznak, de véleményem szerint a menekülésre vonatkozó részeket más épülettípusokban is lehetne alkalmazni.

### ▪ MOZGÁSSÉRÜLTEK BIZTONSÁGOS KIMENEKÍTÉSE, MENTÉSE

Minden fogyatékoság közül a lépcsőt használni nem képes mozgássérültek menekítése a legnehezebb, így ez igényli a legtöbb intézkedést.

Korlátozott mozgásképességűeknek számítanak az olyan ambuláns fogyatékkal élők, akik ugyan tudnak járni, de ehhez bizonyos időszakban segédeszközökre van szükségük, és akik a hosszabb távolságok megtételét nehéznek találják. E csoport számára jönnek létre az olyan területek és szolgáltatások, melyek célja az utazási távolságok és a sorban állási idő csökkentése.

Az átmeneti védett tér egy olyan terület, mely a tűznek legalább 30 percen keresztül ellenáll, és amely biztonságos menekülési úthoz vezet (védett lépcsőn vagy külső menekülés útvonalon keresztül). Ahol lehet, biztonsági (menekülési) felvonót kell létesíteni, de elsősorban meg kell felelni a helyi tűzvédelmi előírásoknak. Az átmeneti védett tér célja, hogy ideiglenesen biztonságos helyet nyújtson a fogyatékosoknak, ahol szükség esetén várhatnak a kimenekítésre. Ez lehet az épület egy elszigetelt része (folyosó, lépcsőház) vagy nyitott terület (erkély, lapos tető). Az átmeneti védett térnek akkorának kell lennie, hogy az adott szinten várható összes fogyatékos személy elférjen benne. Az átmeneti védett térbe javasolt kétirányú kommunikációt biztosító rendszer kiépítése, mely tűz esetén is működik és egy menekítési központba kerül bekötésre.

Arra az esetre, ha a menekülési felvonó nem használható, menekítő hordszéket kell telepíteni, mellyel az emberek gyorsan és biztonságosan lemenekíthetőek. A menekítő hordszékekkel szemben támasztott követelmény, hogy könnyen használható és könnyű legyen, biztonsági övvel ellátott változatban.

### ▪ LÁTÁSSÉRÜLTEK BIZTONSÁGOS KIMENEKÍTÉSE, MENTÉSE

Egy sportlétesítmény esetében nem nagy a valószínűsége, hogy egy vak személy egyedül elindul a kijáratot keresni, valószínűsíthetően inkább a tömegeből egy segítőre lesz szüksége a gyors és biztonságos meneküléshez.

A tűzjelzés érzékelése érdekében fény- és hangjelzőket együttesen kell alkalmazni, különösen a WC-kben és a felvonó előterekben (ahol jellemzően egyedül tartózkodnak). Alternatív jelzők lehetnek még a személyhívó rendszerek, rezgő eszközök és meghatározott frekvencián sugárzott vészutasítás.

- **HALLÁSSÉRÜLTEK BIZTONSÁGOS KIMENEKÍTÉSE, MENTÉSE**

A tűzjelzés érzékelése érdekében fény- és hangjelzőket együttesen kell alkalmazni, különösen a WC-kben és a felvonó előterekben (ahol jellemzően egyedül tartózkodnak). Alternatív jelzők lehetnek még a személyhívó rendszerek, rezgő eszközök és meghatározott frekvencián sugárzott vészutasítás. Emellett a stadion teljes területén, ahol csak lehet biztonsági és vészutasító információkat kell közölni a különböző kijelzőkön.

- **ÉRTELMI KÉPESSÉGÜKBEN AKADÁLYOZOTTAK KIMENEKÍTÉSE, MENTÉSE**

Számukra az információk nehezebb értelmezésének elkerülése miatt egyszerű és egyértelmű vészjelző és vészutasító eszközökkel akadály mentesíthetjük a menekülést. Ennek érdekében a menekülési útvonalakat és átmeneti védett tereket egyértelmű és könnyen érthető ábrákkal és irányjelzéssel kell ellátni.

## **2.4. ANGOL TŰZVÉDELMI ELŐÍRÁS**

Az angol tűzvédelmi előírásokat a világon sok helyen alkalmazzák, változatlan formában vagy a saját szabályozások kialakítása során. Ennek összefoglaló eleme a BS 9999:2008 számon kiadott előírás-gyűjtemény, amely lényegében megfeleltethető a magyar OTSZ-nek [27]. A TvMI Kiürítés informatív B mellékletében több javaslat megjelent a fogyatékos személyek menekülésére vonatkozóan (TvMI Kiürítés B melléklet B5-B8 pontok).

A menekülésben korlátozott személyek biztonsága érdekében komplex rendszer kiépítése szükséges, amely magába foglalja a műszaki feltételeket és a használat során biztosítandó feladatokat. Ennek tervezése során az olyan fogyatékosokra javasolt tekintettel lenni, amelyek az épület funkciójából adódóan előfordulhatnak.

- **MOZGÁSUKBAN KORLÁTOZOTT SZEMÉLYEK**

Ebbe a csoportba tartoznak azok a – nem kerekesszéket használó - személyek, akik bár képesek a menekülésre és akár használni tudják a lépcsőket is, de a lassabb mozgási sebességük miatt lassabban, vagy egyáltalán nem tudják elérni a biztonságos teret az előírt kiürítési normaidőn belül. A lassabb mozgási sebességük figyelembe vételével javasolt olyan műszaki megoldások biztosítása, amely segítségével képesek lehetnek az önálló menekülésre. Erre az alábbiak közül bármelyik alkalmas lehet:

- szinten belüli menekülés biztosítása eltérő tűzszakaszba vagy átmeneti védett térbe;
- felvonók biztosítása, amely lehet menekülési felvonó vagy az eltérő tűzszakaszban működőképes normál üzemű felvonó;
- szintáthidalások rámpás kialakítása;
- akadálymentes előírásoknak megfelelő extra korlátok és burkolatok kialakítása.

#### ▪ **KEREKESZÉKET HASZNÁLÓ SZEMÉLYEK**

A kerekesszéket használó személyek mellett lehetnek még olyan, egyéb segédeszközt használók is, akik az építményszintek között önállóan közlekedni nem képesek. Részükre a rendeltetéstől függően lehetőség szerint egyéni menekülési tervet javasolt kidolgozni. Ahol erre a használat jellege miatt nincs lehetőség, ott az alábbi lehetőségek biztosítása javasolt:

- szinten belüli menekülés lehetősége eltérő tűzszakaszba vagy átmeneti védett térbe;
- felvonók biztosítása, amely lehet menekülési felvonó vagy a másik tűzszakaszban működőképes normál üzemű felvonó;
- személyzet segítségével történő mentés lehetősége, amely során a fogyatékos személyt leviszik (saját kerekesszékében, evakuációs hordszékben vagy elektromos lépcsőjáró székben), de ehhez megfelelő számú személyzet rendelkezésre állása biztosítandó.

#### ▪ **HALLÁSSÉRÜLTEK**

Siketek és nagyothallók esetén a beépített tűzjelző berendezés kialakítása során javasolt fényjelző és szükséges esetben egyéb eszközök alkalmazása (pl. rezgő személyhívó, rezgő párna). Ahol egyéni menekülési terv használatára lehetőség van, ott megfontolandó a segítő/kísérő partneri rendszer kialakítása.

#### ▪ **LÁTÁSSÉRÜLTEK**

Gyengén látók esetében megfelelő kontrasztos jelölési rendszer esetén számítani lehet rá, hogy a többi személlyel együtt képesek az épület elhagyására. Ehhez javasolt a lépcsőfokokat erőteljes jelöléssel ellátni, kontrasztos színekkel és jelekkel kialakítani a jelzéseket, hangjelzéseket biztosítani.

Vakok esetében taktilis jelzések kialakítása lehetséges, azonban ezek használata során gondot jelenthet, hogy jellemzően nem tartalmaznak információt a kiürítés irányára vonatkozóan. Ahol egyéni menekülési terv használatára lehetőség van, ott megfontolandó a segítő/kísérő partneri rendszer kialakítása.

A menekülési terv kialakításánál figyelembe kell venni azt a lehetőséget is, hogy a személyek rendelkezhetnek segítő kutyával, akik azonban nem minden esetben vannak épp a személyek mellett.

#### ▪ **ÉRTELMI FOGYATÉKOSOK**

Értelmi fogyatékosok esetében várható, hogy a személyek esetleg nehezen ismerik ki magukat az idegen környezetben illetve nem jó a helyzetfelismerő és veszélyérzékelésük. Ezen segíthetnek az erőteljes jelöléssel, kontrasztos színekkel és jelekkel kialakított menekülési és tájékozódási feliratok és jelzéseket, valamint a képzett személyzet biztosítása. Ahol lehetséges, javasolt egyéni menekülési terv kialakítása és segítő személyzet képzése.

## **2.5. FOGYATÉKOSSÁGOK ÖSSZEGZÉSE ÉS KÖVETKEZTETÉSEK**

A menekülési képesség jogszabályban rögzített tűzvédelmi besorolása során véleményem szerint csak korlátozottan vették figyelembe a fogyatékoságok orvosi besorolását. A leírt rendszerben egy fogyatékosággal élő személy akár több tűzvédelmi kategóriába is eshet. Például egy tartósan mankóval közlekedő, felnőtt korú személy a meghatározások alapján önálló menekülésre képes, semmi nem korlátozza, azonban a személyes tapasztalatom azt mutatja, hogy ez mégsem fedi teljesen a valóságot.

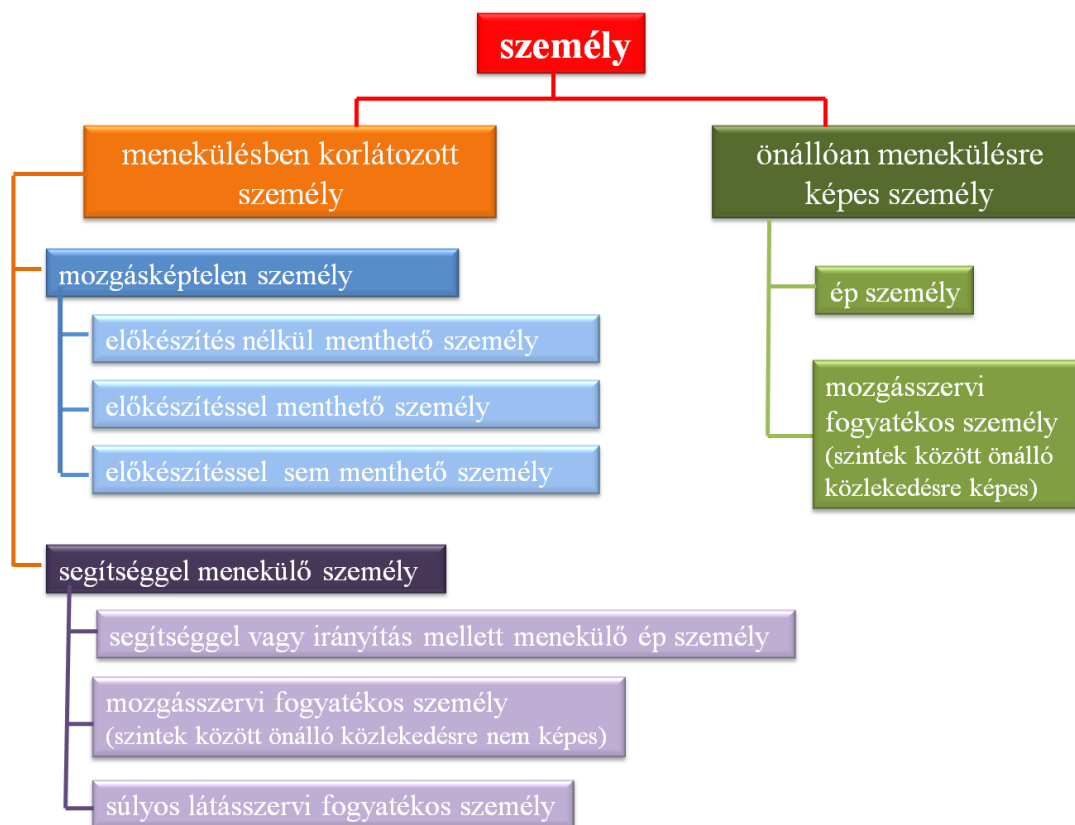
A tűzvédelmi szabályozás csak speciális fő rendeltetések alapján ír elő speciális követelményeket. Azonban még egy rehabilitációs intézet kiürítésének tervezése során sem tesz különbséget a különböző fogyatékoságok között, amennyiben azok a jogi leírás alapján önállóan menekülésre képesek és nem igényelnek személyzet általi menekítést (különböző mozgásképtelenként meghatározott kategóriák). A mai építészeti és akadálymentesítési ajánlások alapján a speciális kialakítások esetében csak 1-1 sérüléssel élők esetében kell számítani arra, hogy ők egyedül, azaz ép kísérő nélkül használják az épületeket. Azaz halmozottan sérült személyek önálló jelenlétével nem kell számolni a menekülés tervezése során sem.

A fogyatékoságok leírásából és összehasonlításából azt a következtetést vontam le, hogy nem minden fogyatékoság befolyásolja a mozgási képességeket, ennek értelmében a kiürítés tervezése során szükséges figyelemmel követni, hogy a különböző típusú sérülések milyen hatást gyakorolnak a folyamatra.

Az értelmi fogyatékoság, az autizmus és a hallási fogyatékoság a menekülés során megértési, tájékozódási problémákat okozhatnak, ezért elsősorban a tűzjelzés és irányítás megértésének elősegítése a cél, de a kiürítés során történő mozgási képességük várhatóan nem tér el az egészséges személyektől.



A kiürítés menete során a mozgást, ezen belül a mozgás sebességét, várhatóan leginkább a mozgásszervi fogyatékoság (mind állandó, mind ideiglenes), valamint a látási fogyatékoság befolyásolja. Ezért javaslom a jogszabályban foglalt csoportosítás kiegészítését az alábbiak szerint – 9. ábra.



9. ábra – Menekülő személyek javasolt kiegészített csoportosítása tűzvédelmi szempontból

Az önállóan menekülő személyek csoportját a tényleges menekülési képesség alapján szükséges további alcsoportokra bontani, hogy a fogyatékos személyek is besorolhatóak legyenek. Az alcsoportok az alábbiak lehetnek:

- ép személyek;
- mozgásszervi fogyatékosággal élők, akik a szintek között önálló közlekedésre képesek.

Az ép személyek csoportjába azok a nem fogyatékos személyek tartoznak, akik a jogszabályi meghatározás alapján nem segítséggel menekülők. A szintek között önálló közlekedésre képes mozgásszervi fogyatékosággal élők jellemzően állandó vagy ideiglenes sérültek, akik a menekülés során önállóak, de a várható sebességük jelentősen kisebb, mint az ép személyeké. Ez jellemző lehet a mankóval vagy bottal közlekedők, illetve a fő segédeszköz nélkül közlekedők esetében.

A segítséggel menekülő személyek fogalmát illetve annak alkalmazását pedig ki kellene terjeszteni az alábbi csoportokba tartozó személyekre is:

- segítséggel vagy irányítás mellett menekülő ép személy;
- mozgásszervi fogyatékossgal élők, akik a szintek között nem képesek önálló közlekedésre;
- súlyos látásszervi fogyatékossgal élők (vakok).

A szintek között önálló közlekedésre nem képes mozgásszervi fogyatékossgal élők jellemzően állandó vagy ideiglenes sérültek, akik a menekülés során önálló nem tudják a lépcsőt használni és a vízszintes felületeken is a várható sebességük jelentősen kisebb, mint az ép személyeké. Ez jellemzően a kerekesszékkal, a járókerettel vagy rollátorral közlekedőket jelenti. A vakok esetében a menekülési képességet az korlátozza, hogy bizonyos alkalmazott jelzések (taktilis jelek) nem adnak a követendő irányra információt részükre. Azaz a menekülés során segítségre szorulnak a kijáratok megközelítési irányával kapcsolatosan, amely után azonban akár önállóan is képesek a menekülésre.

## **3. MOZGÁSUKBAN KORLÁTOZOTT SZEMÉLYEK**

### **HALADÁSI SEBESSÉGÉNEK MÉRÉSE**

Az 1. fejezet alapján megállapítottam, hogy jelenleg nem állnak rendelkezésre hazai, publikált, statisztikailag feldolgozott mérések a fogyatékos személyek haladási sebességére vonatkozóan. A 2. fejezetben feldolgozott csoportosítás és fogyatékos személyek menekítésére vonatkozó javaslatok alapján pedig feltételezhető, hogy a mozgásukban korlátozott személyek lassabb haladási sebessége befolyásolja a biztonságos tér<sup>18</sup> vagy átmeneti védett tér<sup>19</sup> elérésének idejét. A számszerűen is megjelenő értékek pótlása érdekében széleskörű, önálló méréssorozatot végeztem el.

A kutatásom során jogszabályi besorolás alapján kiürítés szempontjából az önállóan menekülésre képes és a segítséggel menekülő személyeket veszem figyelembe, mivel az ő sebességüket az állapotuk határozhatja meg. A jogszabályi besorolás azonban nem tesz különbséget ezen kategóriákon belül az ép és a fogyatékosággal élő személyek között. (A mozgásképtelen személyeket a kutatásom során figyelmen kívül hagyom, mivel az ő menekítésük csak személyzet segítségével oldható meg, így a haladási sebességük lényegében a segítőkön múlik.)

#### **3.1. A MÉRÉSEK DOKUMENTÁLÁSA**

A méréseket 2 intézményben végeztem el 2014. júliusa és 2015. februárja között, összesen 17 alkalommal. Az egy-egy helyszínen (osztályon) végzett mérési időpontok között igyekeztem legalább 2-3 hét különbséget tartani annak érdekében, hogy a betegek cserélődése megtörténjen.

A mérés során a sérült személyekről különböző alap adatokat gyűjtöttem, amelyeket anonim módon dokumentáltam le. Erről minden mérés előtt tájékoztattam az érintetteket és igény szerint írásos beleegyezésüket is adták a felmérés készítéséhez. Az adatokat a személyek kikérdezésével szereztem, amelyre a kérdéssorom a 1. mellékletben szerepel.

Az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet Budapest, XII. kerület Szanatórium utca 19. szám alatti telephelyén összesen 6 osztályon és a tornatermi foglalkozások előtt végeztem méréseket az intézet Etikai Bizottságának engedélye mellett. A speciális osztályok az alábbiak voltak:

---

<sup>18</sup>biztonságos tér: az építményen kívüli külső tér, ahonnan a menekülő személyek az építménybe való visszatérés nélkül közterületre juthatnak [54/2015 (XII. 5) BM rend. 4. § (2) bekezdés 22. pont]

vegyes profilú rehabilitációs osztály, agysérültek rehabilitációs osztálya, hempilégia rehabilitációs osztály, szeptikus rehabilitációs osztály, baleseti mozgássérültek rehabilitációs osztálya és a paraplégia osztály. A tornateremben vegyesen érkezők között történt a mérés, valamint az osztályokon az arra jellemző megbetegedések szerepeltek túlsúlyban a személyek között. A vizsgált személyek a vízszintes haladási sebesség mérés mellett önkéntes döntés (és egészségi állapotuk) alapján vállalhatták a lépcsőn haladás mérését is. A mérés során egyedi esetben részt vettek a betegeket gondozó gyógytornászok is kísérőként, a betegek biztonságának érdekében.

A mérések esetében minden esetben a padlón jelöltem ki egy szakaszt, amelynél a kezdő jelhez állva indultak a személyek és az érkező jelnél fejeztem be az idő mérését. A mérést minden esetben két irányban (oda-vissza) végeztem el és a személyhez rendelt mért sebességet a 2 mérés átlagaként kezelem. A tornaterem esetében a kijelölt távolság 11,20 m volt (a burkolatban meglévő adottság miatt), az osztályokon végzett mérések esetében 10,00 m volt. A 10. és 11. ábrákon látható a tornatermi helyszín adottságai: a sávos, váltakozó színű linóleum (vagy gumi) burkolat mellett kialakítottak kőporcelán, kis macskakő és beton térkő szakaszokat is, hogy különböző felületeken gyakorolhassanak a rehabilitáció során. A képeken két férfi is látható: az egyikük 1 botot használó, a másikuk pedig 2 könyökmankót használó személy volt. Az idő mérését másodperces pontossággal végeztem el. A 12. és 13. ábrákon látható az osztályon történő mérés adottságai: a folyosón egyszínű linóleum (vagy gumi) burkolat állt rendelkezésre, amelyen utólag elhelyezett kis jelöléseket alkalmaztam. A mérés során kérésem volt, hogy az amúgy rendelkezésre álló akadálymentesen kialakított fogódzót ne használják a segédeszköz mellett.

(A tornatermi méréseknél történt macskaköves felületen történő mérés, illetve rámpán történő mérés is, de a későbbiekben ezek nem álltak rendelkezésre. Ennek értelmében a további következtetések levonásához túl kevés mérés állna rendelkezésre, így a vizsgálatomban nem dolgoztam fel az adatokat.)

---

<sup>19</sup>átmeneti védett tér: a tartózkodás helye szerinti építményszinten kialakított helyiség, helyiségcsoport vagy tér, amely kialakításával tűz esetén az oda menekülő vagy menekített személyek biztonságát átmenetileg, a mentés végrehajtásáig biztosítja. [54/2015 (XII. 5) BM rend. 4. § (2) bekezdés 8. pont]



10. és 11. ábra – Tornatermi mérési helyszín



12. és 13. ábra – Osztályon történő mérési helyszín

A budapesti Szent Margit Kórház esetében összesen 2 alkalommal folytattam mérést a rehabilitációs és az általános sebészeti osztályon a megbízott főigazgató engedélyével. A mérést a folyosón kijelölt 12,67 illetve 10,00 m távolságon végeztem el, gumi felületen, másodperces pontossággal.

A méréseken rögzített adatok egy része egyértelműen értékelhető volt (nem, kor, sérülés/megbetegedés ideje, segédeszköz fajtája és a segédeszköz használatának kezdete), másik része szubjektív benyomásokat is vagy túl sokrétű válaszokat tartalmaz (korábbi foglalkozás az erőnlét becslése miatt, sérülés típusa, érzett erőnlét). Az adatok feldolgozása során végül csak az egyértelműen azonosítható adatokat használtam, mivel a többi információ értelmezéséhez vagy következtetések levonásához megítélésem szerint nem lett volna elegendő mérési érték.

## 3.2. A MÉRÉSI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSÁNAK TERVEZETT MENETE (METODIKA)

A helyszíni mérések során kapott adatok elemzéséhez statisztikai módszereket fogok alkalmazni, az alább részletezett módszerekkel. Először igazolom, hogy a mérés során kapott értékek milyen eloszlást mutatnak, majd ezt követően pedig feldolgozom a kapott mérési eredményeket, egyszerű matematikai, statisztikai képletek alkalmazásával.

### 3.2.1. AZ ELOSZLÁS IGAZOLÁSA

A nemzetközi publikált mérések alapján feltételezem, hogy a mérési eredmények normál eloszlásúak lesznek. Ha az elemzés során beigazolódik a feltételezés, akkor a mérés eredményeit általánosságban is elfogadhatjuk a teljes sokaságra jellemzően.

A normál eloszlás igazolását a teljes mérési sorra végzem el. Amennyiben erre igazolható az eloszlás megléte, akkor a mérési sorból képzett alcsoportokra is igaz lesz, hogy normál eloszlásúak [28].

- Első lépésként megállapítom a mérési sor módusz<sup>20</sup> és medián<sup>21</sup> értékét, valamint kiszámolom a minta egyszerű számtani átlagát<sup>22</sup> (M1) és korrigált tapasztalati szórását<sup>23</sup> (S1).
- A normál eloszlás igazolására két módszert használok fel:
  - a) Megrajzolom a mintasokaság mért értékeinek tapasztalati szórás sűrűségfüggvényét és megnézem, hogy annak alakja Gauss-görbét alkot-e?
  - b) Grafikus normalitásvizsgálat (a lineáris regresszió meghatározásával), azaz a mért adatoknak a legkisebb négyzetek módszerének alkalmazásával meghatározott lineáris trendvonalhoz való viszonyának ábrázolását közös grafikonon. Az illeszkedés mértéke (korrelációs együttható)  $R^2 \geq 0,95$  esetében már nagyon jó illeszkedést mutat.
- Ha a fentiek alapján megállapítható, hogy a mintaértékek normális eloszlást követnek, akkor a trend meredekségének és függvénymetszeti értékének segítségével megbecsülöm annak várható értékét (M2) és szórását (S2).

---

<sup>20</sup> módusz - a sorozat leggyakrabban előforduló eleme

<sup>21</sup> medián - a sorozat középső eleme, amely a sorba rendezett adatokat két egyenlő részre osztja

<sup>22</sup>számtani átlag – az n db szám összegének n-ed része

<sup>23</sup>szórás – az egyes értékek számtani átlagtól vett eltéréseinek négyzetes átlaga

- Elvégzem az F-próbát a két szórásnégyzetre, kétoldalú,  $\alpha=95\%$  konfidenciaszintre. Amennyiben a kapott érték a számított kritikus értéknél alacsonyabb, akkor kimondható, hogy a becsült szórás és a tapasztalati szórás nem tér el egymástól szignifikánsan.
- Elvégzem az egymintás U-próbát a várható értékre, kétszélű  $p=5\%$  szinten, a számtani átlag és a lineáris trend által számított értékre ( $m_0=M2$ ,  $\sigma=S2$ ). Amennyiben a kapott érték a számított kritikus értéknél abszolút értékben alacsonyabb, akkor kimondható, hogy a becsült várható érték és a tapasztalati számtani átlag nem tér el egymástól szignifikánsan. ( $u_{p/2}=1,96$ )

### 3.2.2. A MÉRÉSI EREDMÉNYEK FELDOLGOZÁSA

#### 3.2.2.1. A mérőcsoportok kialakítása

Első lépésként a méréseket a személyek tulajdonságai alapján csoportokra bontom.

A nemzetközi irodalomban fellelhető mérési adatok alapján valószínűsítem, hogy a sebességet jellemzően háromféle tényező befolyásolja: a sérülés miatt használt segédeszköz fajtája, a személyek neme illetve a korosztályuk. Ezen feltételezésre alapozva a csoportokat az alábbiak szerint alakítom ki:

A mérések során több olyan személlyel is találkoztam, akik nem használtak ténylegesen segédeszközt a mozgásukhoz, azonban a sérülésük miatt mégsem úgy tudtak mozogni, mint az ép személyek. A fő csoport a használt segédeszköz típusa, amelyekből a járásra gyakorolt jellemzőjük alapján összevont csoportokat képeztem. Megfigyelésem alapján a vegyes csoportokra jellemző, hogy a használat hasonló fiziológiai jellemzőket igényel, ezért kezelem őket együtt. Ezért a kialakított csoportjaim:

- a kerekesszéket használók,
- az egy könyökmankót vagy egy botot használók,
- a két könyökmankót vagy két botot használók,
- a járókeretet vagy rollátort használók;
- illetve a segédeszköz nélkül közlekedők lettek.

A fő csoportokon belül kétféle alcsoportot alakítottam ki. Egyrészt nemek szerinti leválogatást vizsgálok, másrészt korcsoport szerint 3 felé válogatom az eredményeket. Az ép személyekre vonatkozó publikált mérési sebesség adatokra jellemző ez a kétfajta felosztás, ezért érdekesnek tartom az ilyen vizsgálat elvégzését is.

A 15-45 év közötti korosztály a megkérdezés alapján jellemzően inkább baleset, vagy rövid lefolyású betegség hatására lett sérült, de alapvetően jobb kiinduló fizikai állapot volt jellemző

rájuk. A 45-65 év közötti betegek esetében részben baleset, részben betegség okozta a sérült állapotot, míg a 65 év feletti korosztály esetében már jellemzőek voltak a korral járó alap betegségek okozta egészségügyi állapot romlások és problémák.

A csoportok kialakítása során ügyeltem rá, hogy a statisztikai elemzés elvégzéséhez szükséges minimálisan elfogadható mérési darabszámot elérjem, amelyet jelen esetben 20 mérésben határoztam meg. Amennyiben a mérések darabszáma nem éri el ezt a minimális értéket, akkor annak az alcsoportnak a vizsgálati eredményei nem tekintem stabil eredménynek.

### 3.2.2.2. A kialakított csoportok eredményeinek feldolgozása

A kialakított csoportok esetében megállapítom a módusz és medián értékét, valamint kiszámolom a minta egyszerű számtani átlagát és korrigált tapasztalati szórását. Majd a legkisebb és legnagyobb értékek megállapítása mellett kiszámolom az 5, 25, 75 és 95 percentilis<sup>24</sup> értékeket.

A számszerűen megállapított értékek mellett a könnyebb érthetőség érdekében grafikusan is ábrázolom a tapasztalati szórás sűrűség függvényét (azaz a mért eredmények gyakoriságát).

## 3.3. A MÉRÉSI EREDMÉNYEIM FELDOLGOZÁSA

### 3.3.1. AZ ELOSZLÁS IGAZOLÁSA

A mérési sorban összesen 285 érték szerepelt. Az eredmények értékelése során megfigyeltem, hogy a motoros székeknel a haladási sebességet nem a személy határozza meg, hanem a berendezés típusa és jellemzői, ezért a kiértékelésnél az összesen 7 db ilyen jellegű eredményt figyelmen kívül hagytam.

A vizsgálat során így összesen 278 fővel kapcsolatos mérési eredményt dolgoztam fel, amelyből 150 fő férfi és 128 fő nő volt. A 15-45 éves korosztályi csoportba 71 fő, a 45-65 éves korosztályi csoportba 98 fő, míg a 65 év feletti korosztályi csoportba 109 fő tartozott.

A mérési eredmények első értékelése során az alábbi értékeket kaptam (19. táblázat).

mozgásukban korlátozott személyek sebességei						
	teljes csoport (278 fő)	nemek szerinti megoszlás		korosztály szerinti megoszlás		
		férfiak (150 fő)	nők (128 fő)	15-45 év között (71 fő)	45-65 év között (98 fő)	65 év felett (109 fő)

<sup>24</sup>percentilis - a rangsor szerinti tapasztalati értékek n%-nál



matematikai átlag [m/s]	M 1	0,65	0,71	0,58	0,80	0,70	0,50
korrigált szórás [m/s]	S 1	0,32	0,35	0,27	0,35	0,30	0,25
minimum érték [m/s]	MIN	0,11	0,11	0,12	0,16	0,15	0,11
maximum érték [m/s]	MAX	1,73	1,73	1,32	1,73	1,56	1,18
módusz [m/s]		0,87	0,87	0,83	0,86	0,57	0,49
medián [m/s]		0,59	0,67	0,53	0,74	0,63	0,48
5 percentilis értéke [m/s]	5 PER	0,22	0,23	0,18	0,33	0,31	0,17
25 percentilis értéke [m/s]	25 PER	0,41	0,45	0,37	0,53	0,46	0,28
75 percentilis értéke [m/s]	75 PER	0,83	0,87	0,79	0,87	0,87	0,67
95 percentilis értéke [m/s]	95 PER	1,19	1,42	1,01	1,43	1,13	0,97

19. táblázat – Mérési értékek fontosabb számított jellemzői

Az értékek további értékelése előtt megvizsgáltam, hogy a kapott eredmények matematikai átlaga, az első és harmadik kvartilis átlaga (azaz a 25. percentilis és a 75. percentilis átlaga) illetve a tapasztalati sűrűség vizsgálat során készített osztályközös gyakorisági sor átlaga egymáshoz képest milyen értéket mutatnak (20. táblázat).

mozgásukban korlátozott személyek sebességei							
		teljes csoport (278 fő)	nemek szerinti megoszlás		korosztály szerinti megoszlás		
			férfiak (150 fő)	nők (128 fő)	15-45 év között (71 fő)	45-65 év között (98 fő)	65 év felett (109 fő)
matematikai átlag [m/s]	M 1	0,65	0,71	0,57	0,80	0,70	0,50
kvartilisek átlaga [m/s]		0,62	0,66	0,58	0,70	0,66	0,47
osztályközös gyakorisági sor átlaga [m/s]		0,64	0,67	0,55	0,80	0,70	0,49

20. táblázat – Mérési átlagok

A különböző egyszerűen számolható átlagok értékei jellemzően elég közel állnak egymáshoz, amely utalhat arra, hogy a mintasorozat értékei stabilak, kismértékű hiba várható csak és érdemes a további vizsgálatokat lefolytatni.

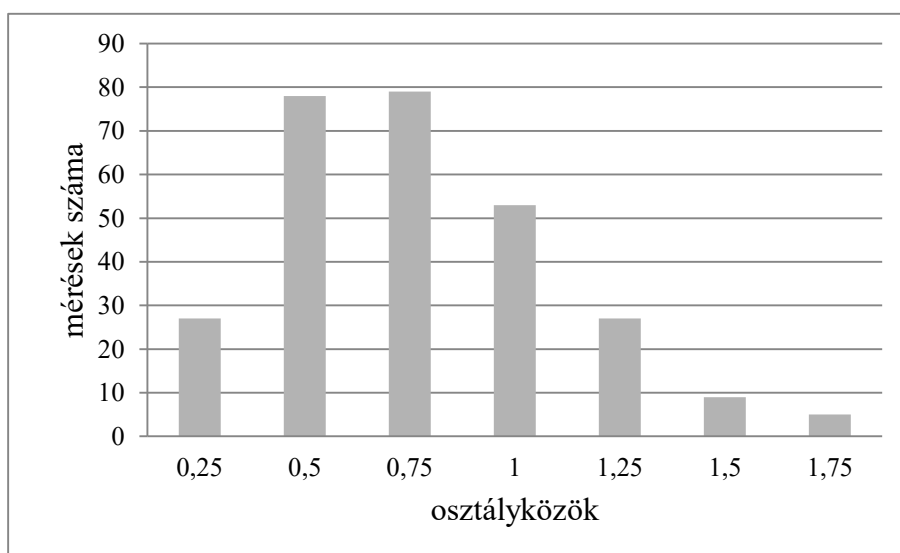
A további vizsgálatokat a teljes csoportra végeztem el, abból a feltételezésből kiindulva, hogy ha a teljes sokaságra igazolható a normális eloszlás megléte, akkor az igaz lesz a sokaság részeként kialakított alcsoportra is.

Az osztályközöket 0,25 értékugrással (1-1 kis lépés) az alábbiak szerint határoztam meg (21. táblázat):

alsó határ	felső határ	középérték	gyakoriság
0,00	0,25	0,125	27
0,25	0,50	0,375	78
0,50	0,75	0,625	79
0,75	1,00	0,875	53
1,00	1,25	1,125	27
1,25	1,50	1,375	9
1,50	1,75	1,625	5

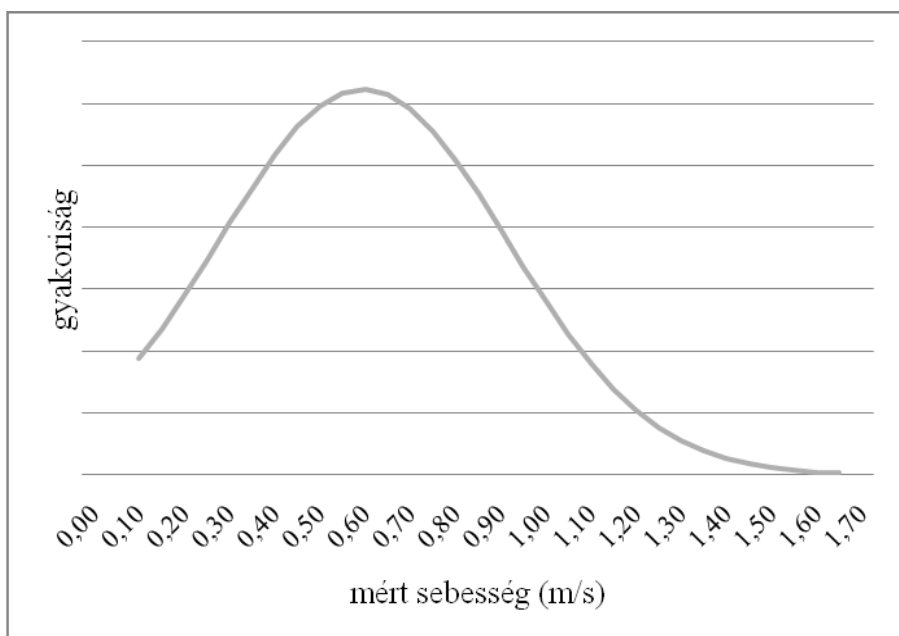
21. táblázat – Az adott osztályköz mérési száma

A gyakoriság megjelenése utal arra, hogy a meghatározott osztályközök alkalmazása mellett a minta értékei várhatóan normális eloszlást fognak mutatni (14. ábra).



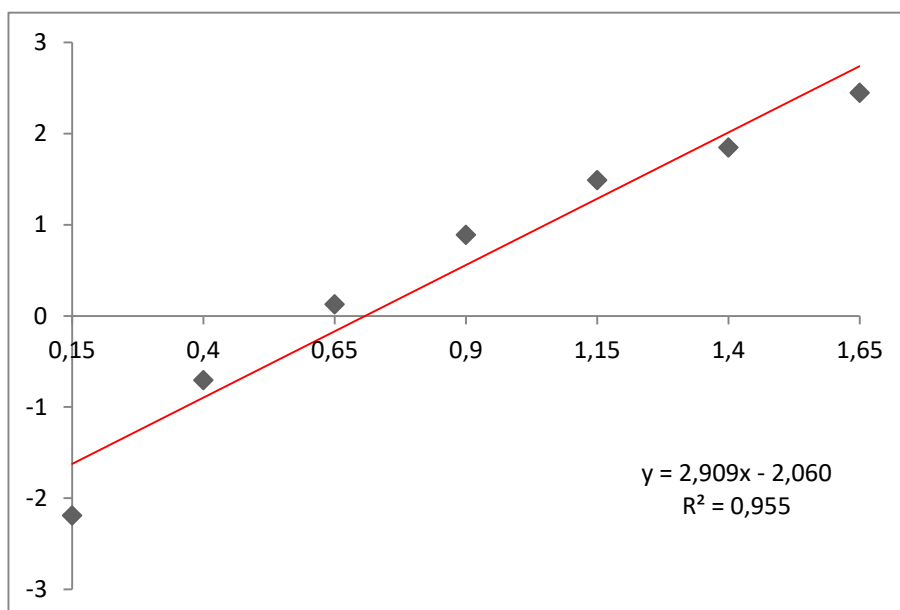
14. ábra – Az adott osztályközök mérési száma, grafikusán megjelenítve

A táblázatkezelő segítségével megrajzoltam a mintasokaság mért értékeinek tapasztalati szórásűrűség-függvényét a mért minimum és maximum értékek között 0,05 értékugrással vizsgálva, amely formája Gauss-görbét alkot. A görbe formája nem teljesen szimmetrikus, a magasabb értékek irányában rendelkezik egy lehajló ággal (15. ábra).



15. ábra – Tapasztalati szórásűrűség

A grafikus normalitás vizsgálathoz a mintasort egyenletes osztással, a mért minimum és maximum érték között vettem fel, 0,15-1,65 között 0,25 ugrásokkal. A kiszámított  $y_i$  értékeket grafikonon rögzítettem, amelyekre a táblázatkezelő segítségével lineáris trendvonal volt illeszthető (16. ábra). Az illeszkedés mértékének meghatározása során a korellációs együttható értéke meghaladta az előre meghatározott határértéket ( $R^2=0,955 > 0,95$ ), ezért a lineáris illeszkedést igazoltnak tekintem.



16. ábra – A kialakított ternd ábrázolása

A fenti vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a mintaértékek normális eloszlást követnek. A lineáris trend meredekség alapján a szórás becslése  $S_2=0,34$  és a függvénymetszeti értékének segítségével becsült várható érték  $M_2=0,71$ .

Az F-próbát a két szórásnégyzetre végeztem el, kétoldalú  $\alpha=5\%$  konfidenciaszintre (azaz 95%-os biztonsággal). A szórásnégyzetek hányadosa 1,16, amely kisebb a meghatározott 3,69 kritikus értéknél, tehát kimondható, hogy a becült szórás és a tapasztalati szórás nem tér el egymástól szignifikánsan. Ez alapján mintasokaságra elvégezhető az egymintás U-próba.

Elvégeztem az egymintás U-próbát, kétszélű  $p=5\%$  szinten, a számtani átlag és a lineáris trend által számított értékre ( $m_0=M2$ ,  $\sigma=S2$ ). A kapott érték  $u=0,00$  (azaz nulla), amely kisebb a meghatározott 1,96 kritikus értéknél, ezért kimondható, hogy a becült várható érték és a tapasztalati számtani átlag nem tér el egymástól szignifikánsan.

A mérési sorozat eredményeinek és a trend alapján becült eredmények összevetését az alábbi táblázat tartalmazza, amelyből látszik, hogy nincs jelentős eltérés az értékek között (22. táblázat). Például az átlagos sebesség esetében a 0,06 m/s eltérés a valóságban 6 cm másodpercenként.

mozgásukban korlátozott személyek (teljes minta)				
	mérési sor értékei		trend alapján becült értékek	
matematikai átlag [m/s]	M 1	0,65	M2	0,71
korrigált szórás [m/s]	S 1	0,32	S 2	0,34

22. táblázat – A mért és becült átlag és szórás összefoglalása

### 3.3.2. KERKESSZÉKET HASZNÁLÓK

A kerekesszéket használók esetében többféle széktípus használata is történt: hagyományos szék, fél aktív vagy aktív szék<sup>25</sup>, illetve motorral hajtott szék. Mivel az eredmények értékelése során megfigyeltem, hogy a motoros székeknél a haladási sebességet nem a személy határozza meg, hanem a berendezés típusa és jellemzői, ezért a kiértékelésnél az összesen 7 db ilyen jellegű mérést figyelmen kívül hagytam. A kerekesszéket használók között szélsőséges hajtási módok is megjelentek a mérések során, amely azonban véleményem szerint erősíti a kapott eredményeimet (volt olyan, aki csak az egyik „ép” lábával tudta hajtani a széket és volt olyan, aki pár lépcsőfokon is tudott már közlekedni a székekkel).

A kerekesszéket használó főcsoportba összesen 85 főt soroltam, amelyből 57 fő férfi és 28 fő nő volt. A 15-45 éves korosztályi csoportba 24 fő, a 45-65 éves korosztályi csoportba 39 fő, míg

<sup>25</sup>"Az aktív kerekesszék elsősorban mozgássérült és járóképtelen betegek részére készül az aktív mozgási igény kielégítésére, mégpedig a mindennapos használat mellett a labdajátékok, vívás, gerelyhajítás, ijátszat, céllövészet, tánc stb. végzésére. Az összecsukható aktív kerekesszék olyan mozgáskorlátozottak számára ajánlott, akik egyéb járássegítő eszközzel hosszabb távú helyváltoztatásra képtelenek, de szellemi-fizikai képességüknél fogva aktív életet élnek". (Letöltés időpontja: 2013.07.08 Hozzáférés: URL <http://www.rehabzrt.hu/aktiv-kerekesszek-informacio>)

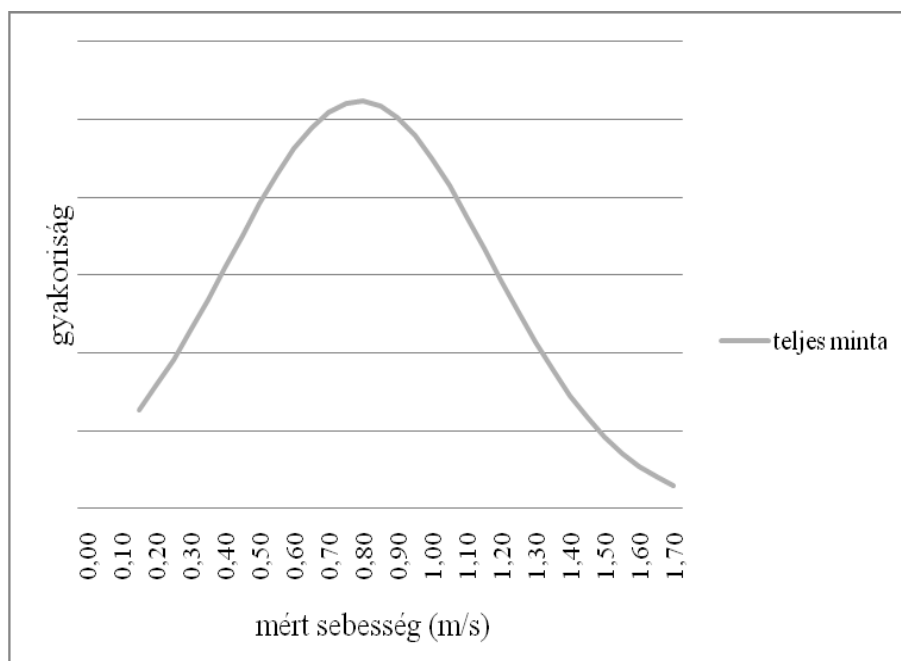
a 65 év feletti korosztályi csoportba 22 fő tartozott. A legfiatalabb személy 15 éves, a legidősebb személy 82 éves volt.

A mérési eredmények első értékelése során az alábbi értékeket kaptam. Mivel minden alcsoport mérési száma elérte az előre meghatározott értéket (>20), ezért a kapott értékeket felhasználhatónak tekintem (23. táblázat).

kerekeszékét használók sebességei							
		teljes csoport (85 fő)	nemek szerinti megoszlás		korosztály szerinti megoszlás		
			férfiak (57 fő)	nők (28 fő)	15-45 év között (24 fő)	45-65 év között (39 fő)	65 év felett (22 fő)
matematikai átlag [m/s]	M 1	0,79	0,70	0,70	0,89	0,72	0,54
korrigált szórás [m/s]	S 1	0,38	0,31	0,31	0,36	0,25	0,26
minimum érték [m/s]	MIN 1	0,12	0,22	0,12	0,35	0,24	0,12
maximum érték [m/s]	MAX 1	1,73	1,73	1,32	1,73	1,56	1,00
módusz [m/s]		0,87	1,43	1,00	1,43	0,87	-
medián [m/s]		0,74	0,77	0,57	0,85	0,77	0,50
5 percentilis értéke [m/s]	5 PER	0,27	0,32	0,23	0,53	0,36	0,18
25 percentilis értéke [m/s]	25 PER	0,50	0,53	0,43	0,68	0,54	0,40
75 percentilis értéke [m/s]	75 PER	1,06	1,11	0,89	1,37	1,08	0,70
95 percentilis értéke [m/s]	95 PER	1,49	1,55	1,15	1,65	1,36	0,91

23. táblázat – Kerekeszékét használók mérési eredményei

A táblázatkezelő segítségével megrajoltam a mintasokaság mért értékeinek tapasztalati szórás sűrűségfüggvényét a mért minimum és maximum értékek között 0,05 értékugrással vizsgálva, amely formája Gauss-görbét alkot (17. ábra). A kerekeszékét használók sebességének matematikai átlaga 0,79 m/s, amely értéknél látható a görbe csúcsa. Innen két irányban, nagyjából szimmetrikusan csökkenő formát mutat. A felső szélén látható lehajló ág a nagyobb sebességek egyre csökkenő számára utal, amely az alsó irányban vélhetőleg a 0,00 m/s értéknél kisebb tartományba esne.



17. ábra – Kerekesszéket használók mért sebességének gyakoriság eloszlása

### 3.3.3. EGY KÖNYÖKMANKÓT VAGY BOTOT HASZNÁLÓK

A csoportba összesen 43 főt soroltam, amelyből 24 fő férfi és 19 fő nő volt. A 15-45 éves korosztályi csoportba 10 fő, a 45-65 éves korosztályi csoportba 19 fő, míg a 65 év feletti korosztályi csoportba 14 fő tartozott. A legfiatalabb személy 18 éves, a legidősebb személy 84 éves volt. A csoporton belül mankót összesen 40 fő és botot összesen 3 fő használt.

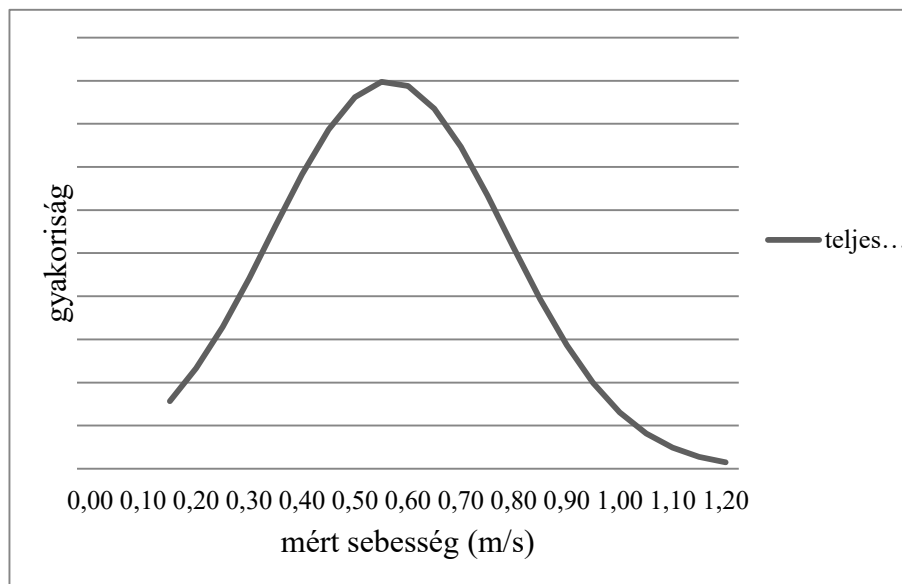
A mérési eredmények első értékelése során az alábbi értékeket kaptam (24. táblázat). Mivel az alcsoportok mérési száma nem elérte az előre meghatározott értéket (<20), ezért a kapott értékeket tájékoztató jelleggel tekintem csak felhasználhatónak.

egy könyökmankót vagy botot használók sebességei							
		teljes csoport (43 fő)	nemek szerinti megoszlás		korosztály szerinti megoszlás		
			férfiak (24 fő)	nők (19 fő)	15-45 év között (10 fő)	45-65 év között (19 fő)	65 év felett (14 fő)
matematikai átlag [m/s]	M 1	0,56	0,60	0,52	0,63	0,51	0,60
korrigált szórás [m/s]	S 1	0,22	0,24	0,20	0,23	0,21	0,23
minimum érték [m/s]	MIN 1	0,15	0,15	0,24	0,41	0,15	0,24
maximum érték [m/s]	MAX 1	1,18	1,18	1,02	1,18	0,88	1,02
módusz [m/s]		0,83	-	-	-	-	-
medián [m/s]		0,53	0,55	0,48	0,57	0,46	0,60

5 percentilis értéke [m/s]	5 PER	0,26	0,27	0,27	0,42	0,24	0,26
25 percentilis értéke [m/s]	25 PER	0,41	0,44	0,41	0,49	0,40	0,44
75 percentilis értéke [m/s]	75 PER	0,70	0,77	0,62	0,66	0,66	0,74
95 percentilis értéke [m/s]	95 PER	0,91	0,91	0,85	1,04	0,84	0,95

24. táblázat – Egy könyökmankót vagy botot használók mérési eredményei

A táblázatkezelő segítségével megrajzoltam a mintasokaság mért értékeinek tapasztalati szórás sűrűségfüggvényét a mért minimum és maximum értékek között 0,05 értékugrással vizsgálva, amely formája Gauss-görbét alkot (18. ábra). Az egy könyökmankót vagy botot használók sebességének matematikai átlaga 0,56 m/s, amely értéknél látható a görbe csúcsa. Innen két irányban, nagyjából szimmetrikusan csökkenő formát mutat. A felső szélén látható lehajló ág a nagyobb sebességek egyre csökkenő számára utal, amely az alsó irányban vélhetőleg a 0,00 m/s értéknél kisebb tartományba esne.



18. ábra – Egy könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása

### 3.3.4. KÉT KÖNYÖKMANKÓT VAGY BOTOT HASZNÁLÓK

A csoportba összesen 62 főt soroltam, amelyből 29 fő férfi és 33 fő nő volt. A 15-45 éves korosztályi csoportba 16 fő, a 45-65 éves korosztályi csoportba 16 fő, míg a 65 év feletti korosztályi csoportba 30 fő tartozott. A legfiatalabb személy 21 éves, a legidősebb személy 88 éves volt. A csoporton belül mankót összesen 60 fő és botot összesen 2 fő használt.

A mérési eredmények első értékelése során az alábbi értékeket kaptam (25. táblázat). Mivel a nemek szerint felosztás alcsoportjai elérték az előre meghatározott értéket (>20), ezért a kapott

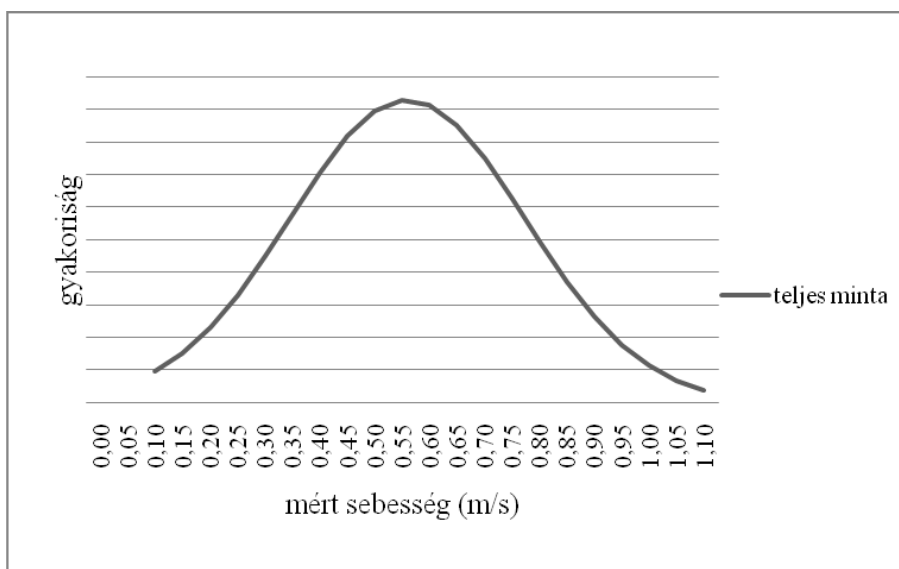
értékeket felhasználhatónak tekintem. Azonban a korosztály szerinti felosztás alcsoportjainak mérési száma nem elérte az előre meghatározott értéket (<20), ezért a kapott értékeket tájékoztató jelleggel tekintem csak felhasználhatónak.

két könyökmankót vagy botot használók sebességei							
		teljes csoport (62 fő)	nemek szerinti megoszlás		korosztály szerinti megoszlás		
			férfiak (29 fő)	nők (33 fő)	15-45 év között (16 fő)	45-65 év között (16 fő)	65 év felett (30 fő)
matematikai átlag [m/s]	M 1	0,56	0,59	0,53	0,71	0,57	0,47
korrigált szórás [m/s]	S 1	0,21	0,22	0,21	0,21	0,17	0,20
minimum érték [m/s]	MIN 1	0,18	0,22	0,18	0,37	0,25	0,18
maximum érték [m/s]	MAX 1	1,12	1,12	1,00	1,12	0,83	1,00
módusz [m/s]		0,65	0,80	0,65	0,87	0,57	0,49
medián [m/s]		0,56	0,59	0,52	0,73	0,59	0,47
5 percentilis értéke [m/s]	5 PER	0,24	0,24	0,23	0,38	0,31	0,20
25 percentilis értéke [m/s]	25 PER	0,39	0,42	0,36	0,60	0,49	0,34
75 percentilis értéke [m/s]	75 PER	0,71	0,74	0,65	0,84	0,66	0,57
95 percentilis értéke [m/s]	95 PER	0,87	0,89	0,87	0,93	0,81	0,82

25. táblázat – Két könyökmankót vagy botot használók mérési eredményei

A táblázatkezelő segítségével megrajzoltam a mintasokaság mért értékeinek tapasztalati szórás sűrűségfüggvényét a mért minimum és maximum értékek között 0,05 értékugrással vizsgálva, amely formája Gauss-görbét alkot (19. ábra). A két könyökmankót vagy botot használók sebességének matematikai átlaga 0,56 m/s, amely értéknél látható a görbe csúcsa. Innen két irányban, szimmetrikusan csökkenő formát mutat.





19. ábra – Két könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás)

### 3.3.5. JÁRÓKERETET VAGY ROLLÁTORT HASZNÁLÓK

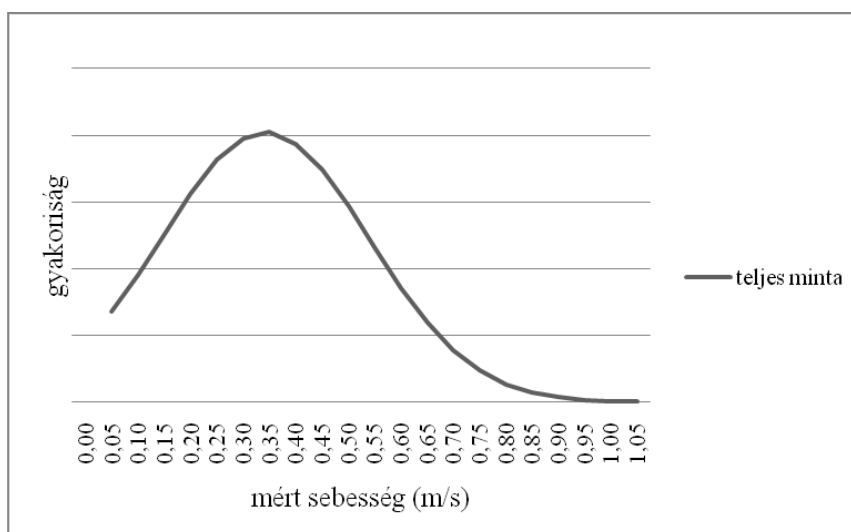
A csoportba összesen 39 főt soroltam, amelyből 16 fő férfi és 23 fő nő volt. A 15-45 éves korosztályi csoportba 5 fő, a 45-65 éves korosztályi csoportba 5 fő, míg a 65 év feletti korosztályi csoportba 29 fő tartozott. A legfiatalabb személy 16 éves, a legidősebb személy 93 éves volt. A csoporton belül járókeretet összesen 25 fő és rollátort összesen 14 fő használt.

A mérési eredmények első értékelése során az alábbi értékeket kaptam (26. táblázat). Mivel az alcsoportok szerinti felosztás mérési száma nem elérte az előre meghatározott értéket (<20), ezért a kapott értékeket tájékoztató jelleggel tekintem csak felhasználhatónak.

járókeretet vagy rollátort használók sebességei							
		teljes csoport (39 fő)	nemek szerinti megoszlás		korosztály szerinti megoszlás		
			férfiak (16 fő)	nők (23 fő)	15-45 év között (5 fő)	45-65 év között (5 fő)	65 év felett (29 fő)
matematikai átlag [m/s]	M 1	0,34	0,36	0,33	0,31	0,53	0,32
korigált szórás [m/s]	S 1	0,20	0,24	0,17	0,12	0,29	0,18
minimum érték [m/s]	MIN 1	0,11	0,11	0,12	0,16	0,36	0,11
maximum érték [m/s]	MAX 1	1,04	1,04	0,80	0,50	1,04	0,80
módusz [m/s]		-	-	-	-	-	-
medián [m/s]		0,28	0,28	0,30	0,29	0,39	0,25

5 percentilis értéke [m/s]	5 PER	0,15	0,15	0,15	0,18	0,36	0,13
25 percentilis értéke [m/s]	25 PER	0,22	0,23	0,22	0,27	0,38	0,22
75 percentilis értéke [m/s]	75 PER	0,39	0,38	0,41	0,31	0,48	0,33
95 percentilis értéke [m/s]	95 PER	0,69	0,76	0,66	0,46	0,93	0,67

26. táblázat – Járókeretet vagy rollátort használók mérési eredményei



20. ábra – Járókeretet vagy rollátort használók mért sebességének gyakoriság eloszlása

A táblázatkezelő segítségével megrajzoltam a mintasokaság mért értékeinek tapasztalati szórás sűrűségfüggvényét a mért minimum és maximum értékek között 0,05 értékugrással vizsgálva, amely formája Gauss-görbét alkot (20. ábra). A járókeretet vagy rollátort használók sebességének matematikai átlaga 0,34 m/s, amely értéknél látható a görbe csúcsa. Innen két irányban, szimmetrikusan csökkenő formát mutat. A felső szélén látható lehajló ág a nagyobb sebességek egyre csökkenő számára utal, amely az alsó irányban vélhetőleg a 0,00 m/s értéknél kisebb tartományba esne.

### 3.3.6. SEGÉDESZKÖZ NÉLKÜL KÖZLEKEDŐK

A csoportba összesen 49 főt soroltam, amelyből 24 fő férfi és 25 fő nő volt. A 15-45 éves korosztályi csoportba 16 fő, a 45-65 éves korosztályi csoportba 19 fő, míg a 65 év feletti korosztályi csoportba 14 fő tartozott. A legfiatalabb személy 16 éves, a legidősebb személy 75 éves volt.

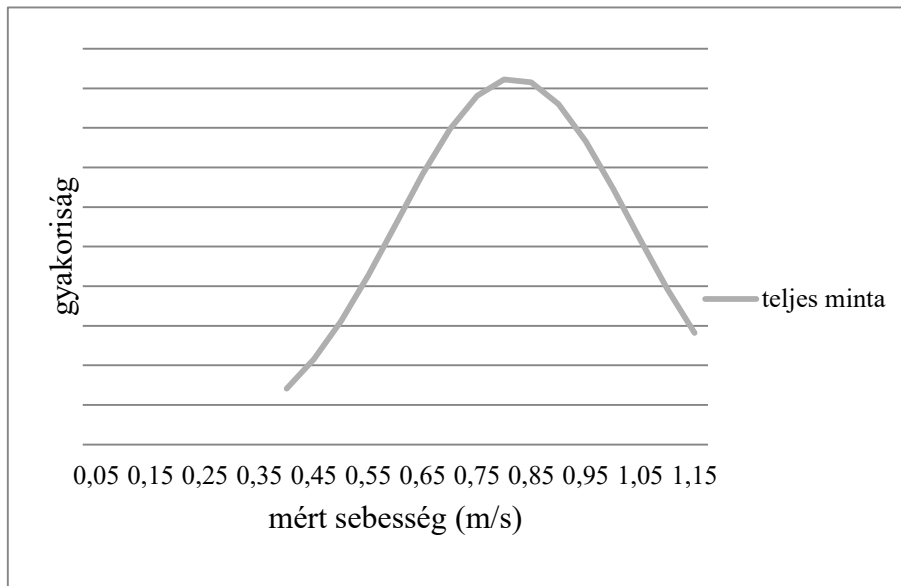
A mérési eredmények első értékelése során az alábbi értékeket kaptam (27. táblázat). Mivel a nemek szerint felosztás alcsoportjai elérték az előre meghatározott értéket (>20), ezért a kapott értékeket felhasználhatónak tekintem. Azonban a korosztály szerinti felosztás alcsoportjainak

mérési száma nem elérte az előre meghatározott értéket (<20), ezért a kapott értékeket tájékoztató jelleggel tekintem csak felhasználhatónak.

segédeszköz nélkül közlekedők							
		teljes csoport (49 fő)	nemek szerinti megoszlás		korosztály szerinti megoszlás		
			férfiak (24 fő)	nők (25 fő)	15-45 év között (16 fő)	45-65 év között (19 fő)	65 év felett (14 fő)
matematikai átlag [m/s]	M 1	0,82	0,89	0,75	0,82	0,84	0,78
korrigált szórás [m/s]	S 1	0,22	0,21	0,21	0,19	0,23	0,23
minimum érték [m/s]	MIN 1	0,40	0,49	0,40	0,50	0,46	0,40
maximum érték [m/s]	MAX 1	1,18	1,18	1,18	1,18	1,13	1,18
módusz [m/s]		0,87	0,86	0,97	1,18	1,11	0,87
medián [m/s]		0,84	0,89	0,80	0,82	0,87	0,85
5 percentilis értéke [m/s]	5 PER	0,47	0,51	0,42	0,56	0,48	0,40
25 percentilis értéke [m/s]	25 PER	0,62	0,75	0,58	0,72	0,68	0,58
75 percentilis értéke [m/s]	75 PER	0,97	1,06	0,91	0,92	1,03	0,95
95 percentilis értéke [m/s]	95 PER	1,16	1,17	0,99	1,18	1,11	1,06

27. táblázat – Segédeszköz nélkül közlekedők mérési eredményei

A táblázatkezelő segítségével megrajzoltam a mintasokaság mért értékeinek tapasztalati szórás sűrűségfüggvényét a mért minimum és maximum értékek között 0,05 értékugrással vizsgálva, amely formája Gauss-görbét alkot (21. ábra). A segédeszköz nélkül közlekedők sebességének matematikai átlaga 0,82 m/s, amely értéknél látható a görbe csúcsa. Innen két irányban, szimmetrikusan csökkenő formát mutat. Az alsó szélén látható felfutó ág viszonylag magas értéknél indul, amely szerint a segédeszköz nélkül közlekedők esetében várhatóak a legmagasabb sebességek a fogyatékosok körében.



21. ábra – Segédeszköz nélkül közlekedők mért sebességének gyakoriság eloszlása

## 4. A KUTATÁSI EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE

Az áttekintett nemzetközi és hazai szakirodalom és a szakmai tapasztalatok alapján az alábbi megállapításokat tettem, amelyek igazolásának menetét a továbbiakban részletezem.

### 4.1. AZ ÉP ÉS FOGYATÉKOS SZEMÉLYEK HALADÁSI SEBESSÉGE

Az irodalomkutatásom alapján a mozgásukban korlátozott személyek menekülési képességét befolyásolja a sérülésük és annak mértéke, ami miatt megváltozik a lehetséges mozgási sebességük. Ennek számszerűsíthető mértékére vonatkozóan azonban nem találtam publikált eredményeket és összehasonlításokat.

Az eltérés számszerű meghatározása érdekében megvizsgálom az ép személyekre vonatkozó nemzetközi mérési adatokat és összehasonlítom az általam mért mozgásukban korlátozott fogyatékos személyekre vonatkozó adatokkal.

A számított átlag mellett elsősorban a tapasztalati sűrűség megoszlását figyelem és amennyiben az grafikailag utal rá, matematikailag is alátámasztom a várható értékek azonosságát vagy különbözőségét.

#### ▪ AZ ÉP SZEMÉLYEK HALADÁSI SEBESSÉGE

Az ép személyek haladási sebességére vonatkozóan a Pedestrian Dynamics 2008 [29] számában megjelent hivatkozást alkalmazom, amelyet eredetileg orosz mérésekre alapozva publikáltak és a közúti balesetek vizsgálata és rekonstrukciója során alkalmazzák.

korosztály (év)	férfi			nő		
	min (m/s)	átlag (m/s)	max (m/s)	min (m/s)	átlag (m/s)	max (m/s)
15-20	1,67	1,89	2,17	1,58	1,75	1,92
20-30	1,75	1,92	2,17	1,67	1,83	2,06
30-40	1,75	1,89	2,17	1,64	1,81	2,00
40-50	1,67	1,86	2,00	1,53	1,69	2,00
50-60	1,50	1,67	1,80	1,44	1,56	1,81
60-70	1,25	1,42	1,67	1,25	1,36	1,56
70 felett	1,00	1,17	1,39	1,00	1,14	1,33

28. táblázat – Ép személyek haladási sebessége (korosztályi bontásban)

A 28. táblázatban foglaltam össze a publikációban megjelent, 'sietős haladásként' jellemzett haladási sebességeket. (A táblázatban szerepel még 'majdnem futásként' jellemzett haladási sebesség is, amely szintén elképzelhető egy valós kiürítési helyzetben, de a biztonság érdekében történő esetleges tévedésként ezeket figyelmen kívül hagytam.)

Mivel a publikációban nem szerepeltek korosztályi összesítésre adatok, azért a megadott adatokat mintasorként tekintve becsültem az átlagot, a minimum és maximum értékeket, és a minta korrigált szórását (29. táblázat).

korosztály (év): 15 - 70 felett	férfi	nő	férfi és nő vegyesen
min (m/s)	1,00	1,00	1,00
átlag (m/s)	1,70	1,62	1,66
max (m/s)	2,17	2,06	2,17
szórás (m/s)	0,32	0,29	0,31

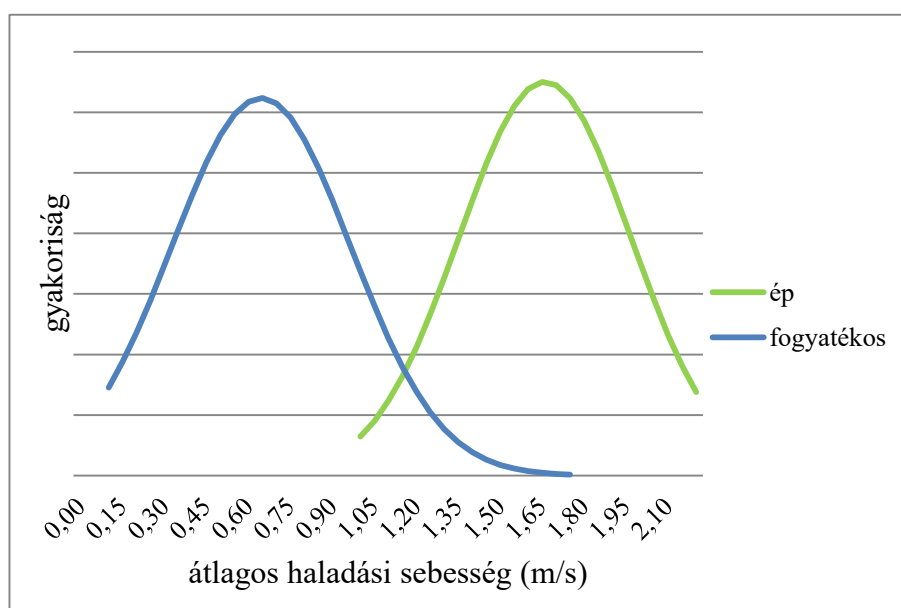
29. táblázat – Ép személyek haladási sebessége (összesített)

▪ **AZ ÉP ÉS FOGYATÉKOS SZEMÉLYEK HALADÁSI SEBESSÉG ÖSSZEHASONLÍTÁSA**

Az ép személyek publikált eredményeit és a kutatásom mért eredményeit a 30. táblázatban foglaltam össze.

korosztály (év)	férfi és nő vegyesen	
	15 – 70 feletti ép személyek	15 – 65 feletti fogyatékos személyek
min (m/s)	1,00	0,11
átlag (m/s)	1,66	0,65
max (m/s)	2,17	1,73
szórás (m/s)	0,31	0,32

30. táblázat – Ép és fogyatékos személyek haladási sebessége



22. ábra – Az ép és fogyatékos személyek sebességének gyakoriság eloszlása

Az összehasonlított értékek arra utalnak, hogy jelentős eltérés látható az ép és a fogyatékos személyek haladási sebessége között. A minimum értékek esetében majdnem 10-szeres eltérés

mutatkozik, a maximum értéke 20%-kal csökkent a fogyatékosok esetében. Az átlag értéke pedig erőteljes, 60%-os csökkenést mutat a fogyatékos személyek esetében. A tapasztalati sűrűség eloszlás függvényeket a 22. ábrán jelenítettem meg.

#### ▪ ÉRTÉKELÉS

A feltételezésem igazolására a két mérés adatain elvégeztem az F-próbát a szórásnégyzetekre, kétoldali  $\alpha=5\%$  konfidenciaszintre (azaz 95%-os biztonsággal), a szórások azonosságának igazolása érdekében. A szórásnégyzetek hányadosa 0,92, amely kisebb a kiszámított kritikus f értéknél (1,43), így igazolt, hogy a mérési sorok szórása nem tér el egymástól szignifikánsan.

Mivel a szórások nem tértek el egymástól, elvégeztem a kétmintás U-próbát, kétszélű  $p=5\%$  szinten (azaz 95%-os biztonsággal), a várható értékek azonosságának igazolása érdekében.

Az U-próba értéke -7,02, amely abszolút értékben lényegesen nagyobb a megoszlási táblázatból származó 1,96 értéknél, így igazolt, hogy a mérési sorok várható értéke eltér egymástól.

A fentiek alapján az előzetes feltételezésem a kutatásom eredményei alapján matematikailag is igazolható. A publikált összesített mérések alapján az ép személyek 15-70 éves korosztályának átlagos mozgási sebessége 1,66 m/s, míg a vizsgálatomban a sérült személyek 15-65 éves korosztályának átlagos mozgási sebessége 0,65 m/s. A mérési eredményeim elemzése alapján a várható eltérés, azaz a sebesség átlagos csökkenése közel 60%-os.

## 4.2. SEGÉDESZKÖZ FAJTÁK HATÁSAI

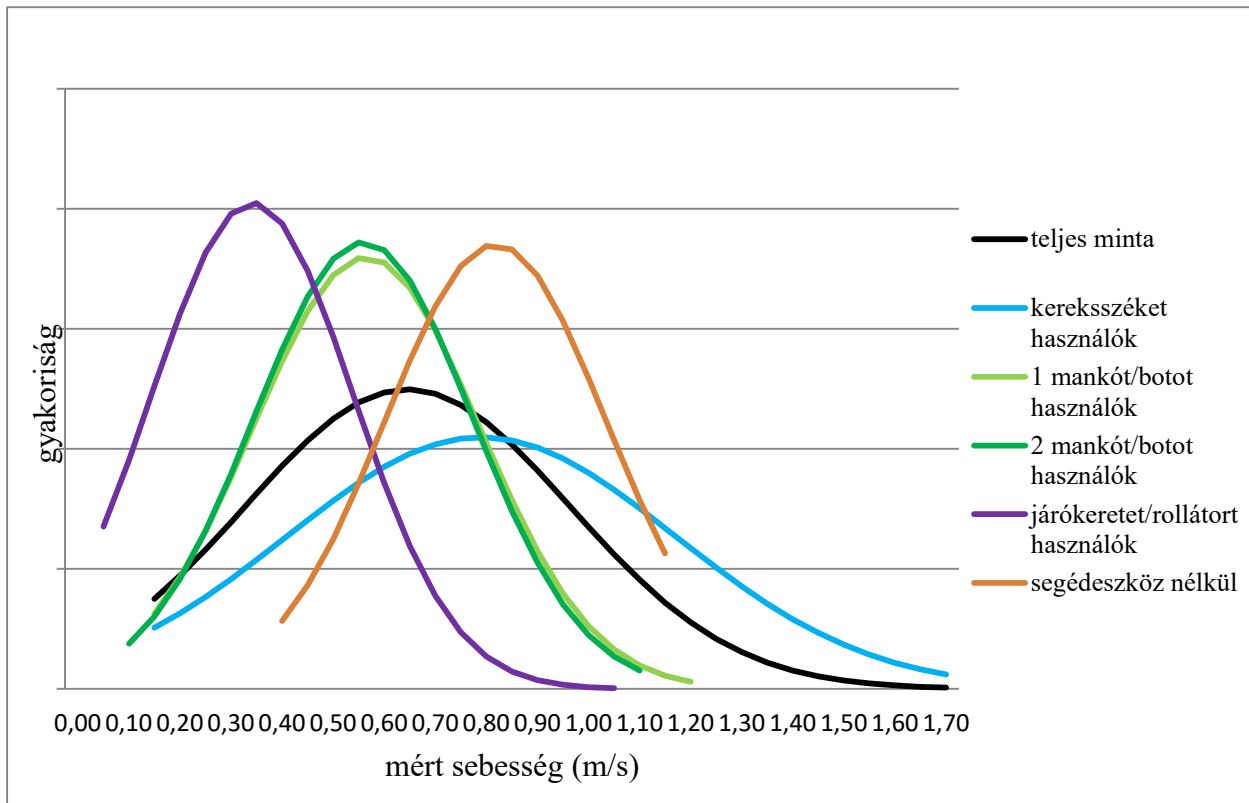
Az irodalomkutatásom alapján a mozgásukban korlátozott személyek sebességét jellemzően az általuk használt segédeszköz fajtája befolyásolja, mivel egy-egy segédeszközt eltérő súlyosságú esetekben alkalmaznak és más járástechnikát igényelnek.

Ennek számszerű igazolása érdekében megvizsgálom a kialakított főcsoportok mérési eredményeit. A számított átlag mellett elsősorban a tapasztalati sűrűség megoszlását figyelem és amennyiben az grafikailag utal rá, matematikailag is alátámasztom a várható értékek azonosságát vagy különbözőségét.

### 4.2.1. ELTÉRŐ SEGÉDESZKÖZT HASZNÁLÓK

A kutatási eredményeim alapján a 23. ábrán jelölöm a különböző segédeszközökhöz tartozó sebességek gyakoriságát. Ez alapján grafikailag valószínűsítem, hogy az 1 ill. 2 könyökmankót használók várható átlagsebessége és szórása nem tér el egymástól. Az ábrán láthatóan a mankót,

járókeretet használók ill. a segédeszköz nélkül közlekedők görbéje formailag nagyon hasonló, bár a csúcsok elhelyezkedése eltérő.



23. ábra – A főcsoportok mért sebességének gyakoriság eloszlása

A feltételezésem alátámasztása érdekében két-két főcsoport mérési adatain elvégeztem az F-próbát a szórásnégyzetekre, kétoldali  $\alpha=5\%$  konfidenciaszintre (azaz 95%-os biztonsággal), a szórások azonosságának igazolása érdekében. Amennyiben a szórásnégyzetek hányadosa kisebb a kiszámított kritikus értéknél, akkor igazolt, hogy a mérési sorok szórása nem tér el egymástól szignifikánsan. Ahol a szórások nem tértek el egymástól, ott elvégeztem a kétmintás U-próbát, kétszélű  $p=5\%$  szinten (azaz 95%-os biztonsággal), a várható értékek azonosságának igazolása érdekében. Amennyiben a számított  $u$  abszolút értékben kisebb a megoszlási táblázat szerinti kritikus értéknél, akkor igazolt, hogy a mérési sorok várható értéke nem tér el egymástól. Amennyiben az  $u$  érték nagyobb a kritikus értéknél, akkor igazolt, hogy a mérési sorok várható értéke eltér egymástól. A vizsgálatok eredményét a 31. táblázatban rögzítettem.

segédeszköz típusa		F-próba			kétmintás U-próba		
		értéke	kritikus érték	eredmény	értéke	kritikus érték	eredmény
kerekesszék	1 mankó/bot	2,94	1,59	nem	-	-	-
kerekesszék	2 mankó/bot	3,15	1,49	nem	-	-	-
kerekesszék	járókeret/rollátor	3,73	1,62	nem	-	-	-
kerekesszék	segédeszköz nélkül	3,12	1,55	nem	-	-	-



1 mankó/bot	2 mankó/bot	1,07	1,58	azonos	0,06	1,96	azonos
1 mankó/bot	járókeret/rollátor	1,27	1,70	azonos	2,21	1,96	eltérő
1 mankó/bot	segédeszköz nélkül	1,06	1,64	azonos	-2,59	1,96	eltérő
2 mankó/bot	járókeret/rollátor	1,18	1,65	azonos	2,36	1,96	eltérő
2 mankó/bot	segédeszköz nélkül	0,99	1,58	azonos	-2,92	1,96	eltérő
járókeret/rollátor	segédeszköz nélkül	0,84	1,65	azonos	-4,90	1,96	eltérő

31. táblázat – A statisztikai próbák eredménye

Az elvégzett próbák alapján az alábbiakat állapítom meg:

- a kerekesszékes és a többi csoport összehasonlítása során a szórások értéke szignifikánsan eltért egymástól, az u próba nem volt elvégezhető, azaz a várható haladási sebesség értéke eltér egymástól;
- az 1 vagy 2 mankót vagy botot használók esetében a szórás és a várható érték sem tér el egymástól szignifikánsan, azaz a várható haladási sebességet nem befolyásolja, hogy melyik főcsoportba tartozó a személy;
- a többi főcsoport páronkénti összehasonlítása során a szórások értéke nem tért el egymástól szignifikánsan, azonban a várható érték igen, azaz a várható haladási sebességet befolyásolja, hogy melyik főcsoportba tartozó a személy.

#### 4.2.2. ÉRTÉKELÉS

A mérési sorozat eredményeinek értékelése során az előzetes feltevések alapján alakítottam ki a főcsoportokat a különböző segédeszközöknek megfelelően. Mivel a főcsoportok mérési száma minden esetben elérte az előre meghatározott értéket (>20), amely felett alkalmasnak tartom a matematikai alátámasztások elvégzését, így lehetséges volt az eredmények összevetése.

Az elvégzett matematikai vizsgálatok alapján kijelenthető, hogy a legtöbb főcsoport páronkénti összehasonlítása alapján azok várható haladási sebesség értéke szignifikánsan eltér egymástól. A fentiek alapján az előzetes feltételezésem a kutatásom eredményei alapján igazolható, azaz a különböző segédeszközfajtát használók várható haladási sebessége ténylegesen eltér egymástól. A kialakított csoportok közül a járókeretet/rollátort használók várható sebessége 0,34 m/s, a mankót/botot használók várható sebessége 0,56 m/s, a kerekesszéket használók várható sebessége 0,79 m/s, míg a fő segédeszköz nélkül közlekedők várható sebessége 0,82 m/s.

### 4.3. NEMI ÉS KOROSZTÁLYI MEGOSZLÁS HATÁSAI

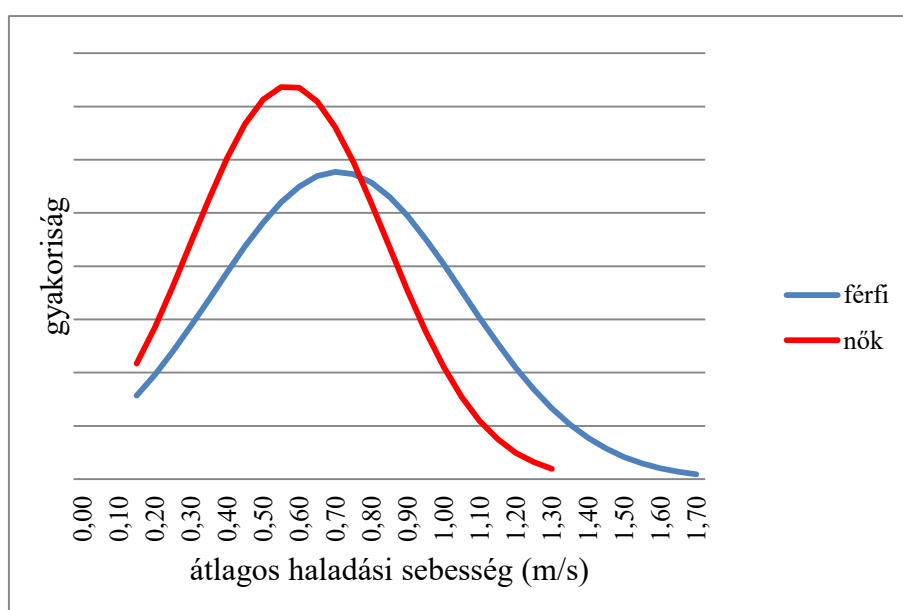
Az irodalomkutatásom alapján a mozgásukban korlátozott személyek sebességét a használt segédeszköz fajtáján túl befolyásolja a nemük illetve a koruk, mivel az ép személyek esetében publikált adatoknál ezen jellemzők eltérő sebességeket mutatnak.

Ennek számszerű igazolása érdekében megvizsgálom a teljes minta eredményeit és a segédeszköz fajtákon belül kialakított alcsoportok mérési eredményeit. A mérési számok alapján azonban csak a kerekesszéket használók esetében állt rendelkezésre olyan mennyiségű adat, amellyel mindkét vizsgálat érdemben elvégezhető, így csak ezt elemeztem részletesen. A többi esetben is elvégeztem a vizsgálatot, azonban azok eredménye inkább iránymutató egy esetleges további mérési sorozat részére. A számított átlag mellett elsősorban a tapasztalati sűrűség megoszlását figyelem és amennyiben az grafikailag utal rá, matematikailag is alátámasztom a várható értékek azonosságát vagy különbözőségét.

#### 4.3.1. TELJES CSOPORT

##### ▪ FÉRFI ÉS NŐ ALCSOPORT ALAPJÁN

A férfiak és nők mintájára megrajzolt görbék formai és elhelyezkedési eltéréseket is mutatnak (24. ábra). A férfiak görbéje laposabb, szélesebb és a magasabb értéknél jelentkező csúcsa után lehajló ággal rendelkezik. Ez arra utal, hogy a nagyobb átlagsebesség mellett az értékek nagyobb szórást is mutatnak az átlaghoz képest. A nők görbéje a kisebb átlag sebesség miatt hamarabb éri el a csúcsát és szűkebb formája alapján kisebb szórással is rendelkezik.

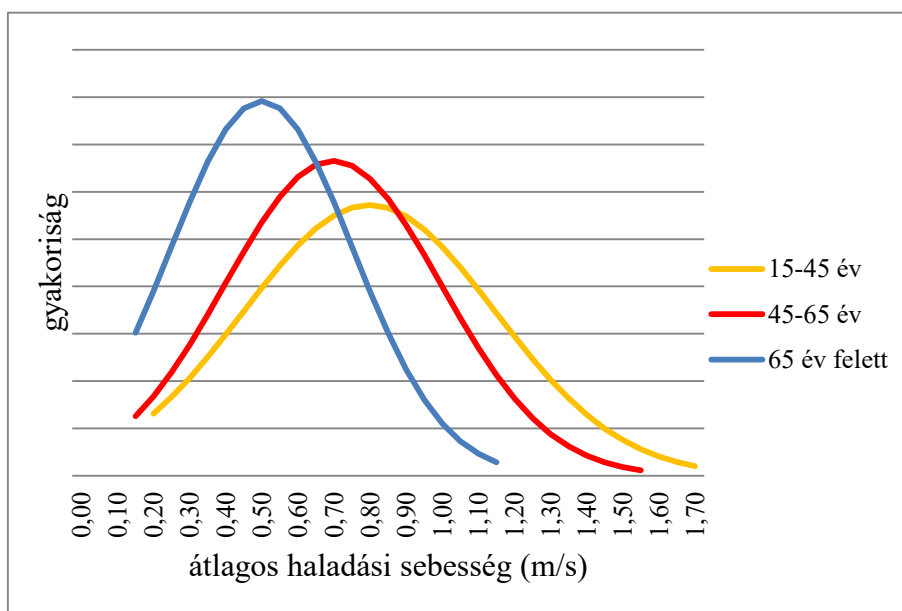


24. ábra – Teljes csoport mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoport)

A két alcsoport mérési adataiból az F-próbát a két szórásnégyzetre végeztem el, kétoldali  $\alpha=5\%$  konfidenciaszintre (azaz 95%-os biztonsággal). A szórásnégyzetek hányadosa 1,64, amely nagyobb a meghatározott 1,22 kritikus értéknél. Ez alapján kimondható, hogy a két mintasor szórása szignifikánsan eltér egymástól. Tehát a mérési eredmények alapján a nemi megoszlásnak kimutatható hatása van a várható haladási sebességre: a sérült személyek esetében is a férfiak gyorsabb átlag sebességgel haladnak a nőknél.

▪ **KOROSZTÁLYI MEGOSZLÁS ALAPJÁN**

A korosztályi alcsoportok mintájára a 25. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsai jelentősen eltérnek egymástól, a számolt átlagoknak megfelelően. A legnagyobb sebességet és legszélesebb görbét a 15-45 éves korosztály mutatja, amelyet okozhat a sérülés előtti várhatóan jobb fizikai erőnlétük és a lehetséges sérülések szélesebb spektruma. Az is megfigyelhető, hogy a korosztály növekedésével az átlagos sebesség csökkenése mellett a görbék egyre szűkebbek, tehát a várható haladási sebesség egyre inkább közelít az átlaghoz. Az átlag sebesség értékek korrall történő csökkenése az ép személyek esetében is megfigyelhető jelenség, amely ezek szerint a sérült személyek esetében is megmaradó tendencia.



25. ábra – Teljes csoport mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás)

A három alcsoport mérési adataiból páronként elvégeztem az F próbát a szórásnégyzet párokra, kétoldali  $\alpha=5\%$  konfidenciaszintre (azaz 95%-os biztonsággal). A meghatározott kritikus érték mindhárom összehasonlításnál 1,15 volt. A 15-45 éves és a 45-65 éves korosztály hasonlításánál a szórásnégyzetek hányadosa 1,35, a 15-45 éves és 65 év feletti korosztálynál 1,91, míg a 45-65 éves és 65 év feletti korosztálynál 1,41 volt. Ez alapján mindhárom hasonlítás esetében kimondható, hogy a mintasorok szórása szignifikánsan eltér egymástól. Tehát a mérési

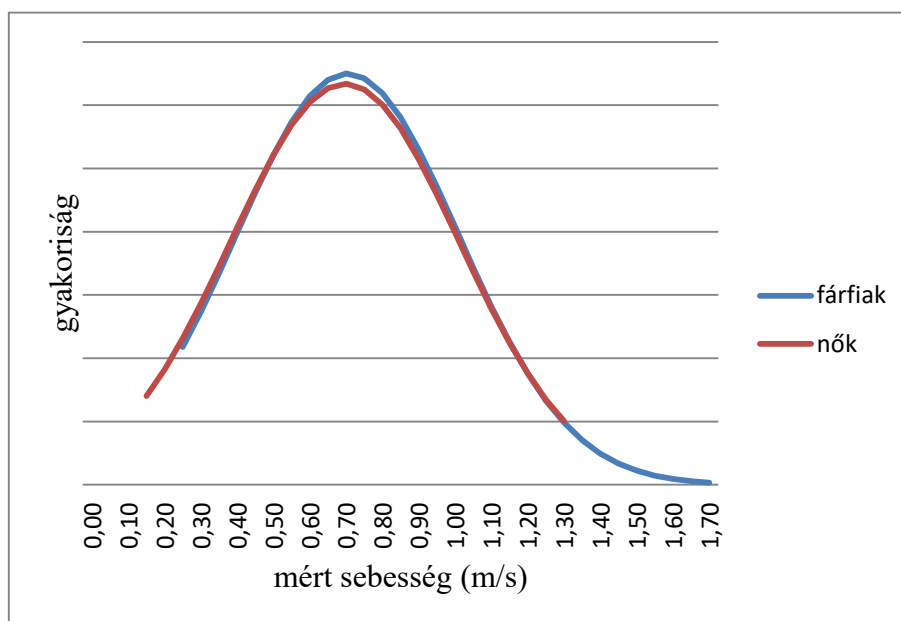
eredmények alapján a korosztályi megoszlásnak kimutatható hatása van a várható haladási sebességre.

#### 4.3.2. KERKESSZÉKET HASZNÁLÓK

##### ▪ FÉRFI ÉS NŐ ALCSOPORT ALAPJÁN

A férfiak és nők mintájára megrajzolt görbék csúcsa a 0,70 m/s értéknél található, formája nagyjából megegyezik a teljes minta ábrájával. A férfiak esetében szintén megjelenik a lehajló ág, ami a kisebb mérési számból adódóan a nőknél nincs meg. A 26. ábra szerint a két görbe gyakorlatilag fedi egymást, ami arra utal, hogy a kerekesszéket használók sebességének mérése során gyakorlatilag nem volt meghatározó szempont a személyek neme.

A két alcsoport mérési adataiból az F-próbát a két szórásnégyzetre végeztem el, kétoldali  $\alpha=5\%$  konfidenciaszintre (azaz 95%-os biztonsággal). A szórásnégyzetek hányadosa 0,95, amely kisebb a meghatározott 1,43 kritikus értéknél, tehát kimondható, hogy a két mintasor szórása nem tér el egymástól szignifikánsan. Ez alapján a két mintasorra elvégezhető a kétmintás U-próba.



26. ábra – Kerekesszéket használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoport)

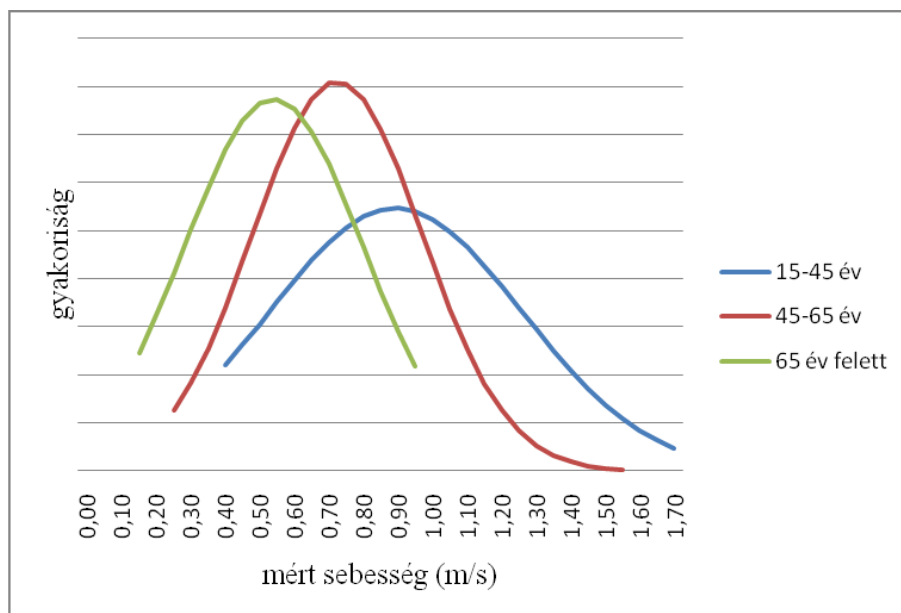
Elvégeztem a kétmintás U-próbát, kétszélű  $p=5\%$  szinten a két mintasor átlagára. A kapott érték  $u=0,05$ , amely kisebb a meghatározott 1,96 kritikus értéknél, ezért kimondható, hogy a két mintasor átlag értéke nem tér el egymástól szignifikánsan.

Ezek alapján kijelenthető, hogy a mérési eredmények várható értéke és szórása nem tér el egymástól, azaz a nemi megoszlásnak nincs kimutatható hatása a várható haladási sebességre.

#### ▪ KOROSZTÁLYI MEGOSZLÁS ALAPJÁN

A korosztályi alcsoportok mintájára a 27. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsai jelentősen eltérnek egymástól, a számolt átlagoknak megfelelően. A legnagyobb sebességet és legszélesebb görbét a 15-45 éves korosztály mutatja, amelyet okozhat a fizikai erőnlétük szélesebb spektruma.

A görbék eltérései utalnak arra, hogy a kor meghatározó lehet a kerekesszéket használók sebességében, azonban mivel 2 alcsoport is eléggé megközelíti a meghatározott minimum mérési számot, így ez véleményem szerint jelenleg csak feltételezett összefüggés.

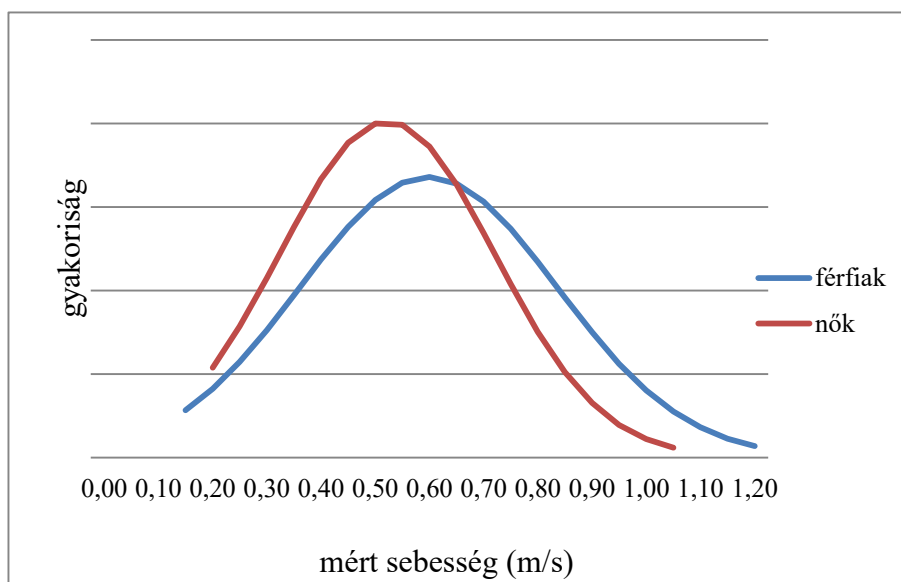


27. ábra – Kerekesszéket használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás)

### 4.3.3. EGY KÖNYÖKMANKÓT VAGY BOTOT HASZNÁLÓK

#### ▪ FÉRFI ÉS NŐ ALCSOPORT ALAPJÁN

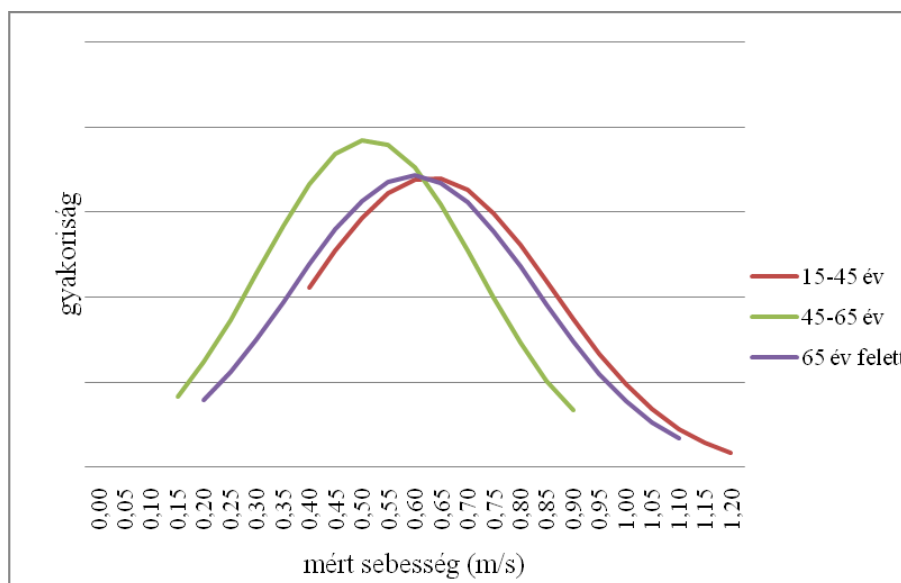
A férfiak és nők mintájára a 28. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsa és formája kicsit eltér egymástól, de az átlagos értékek közötti 0,08 m/s különbség a valóságban nem tűnik jelentősnek. A görbék eltérései utalnak arra, hogy a nem meghatározó lehet az 1 könyökmankóval vagy bottal közlekedők esetében, azonban ennek matematikai alátámasztására nem elegendő az alcsoportok mérésszáma.



28. ábra – Egy könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoportok)

▪ **KOROSZTÁLYI MEGOSZLÁS ALAPJÁN**

A korosztályi alcsoportok mintájára a 29. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsai és formái két korcsoport esetében szinte fedik egymást, a harmadik csoport azonban kismértékben eltér. A görbék fedése utal arra, hogy a korosztály nem meghatározó az 1 könyökmankóval vagy bottal közlekedők esetében, azonban ennek matematikai alátámasztására nem elegendő az alcsoportok mérőszáma.



29. ábra – Egy könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás)

#### 4.3.4. KÉT KÖNYÖKMANKÓT VAGY BOTOT HASZNÁLÓK

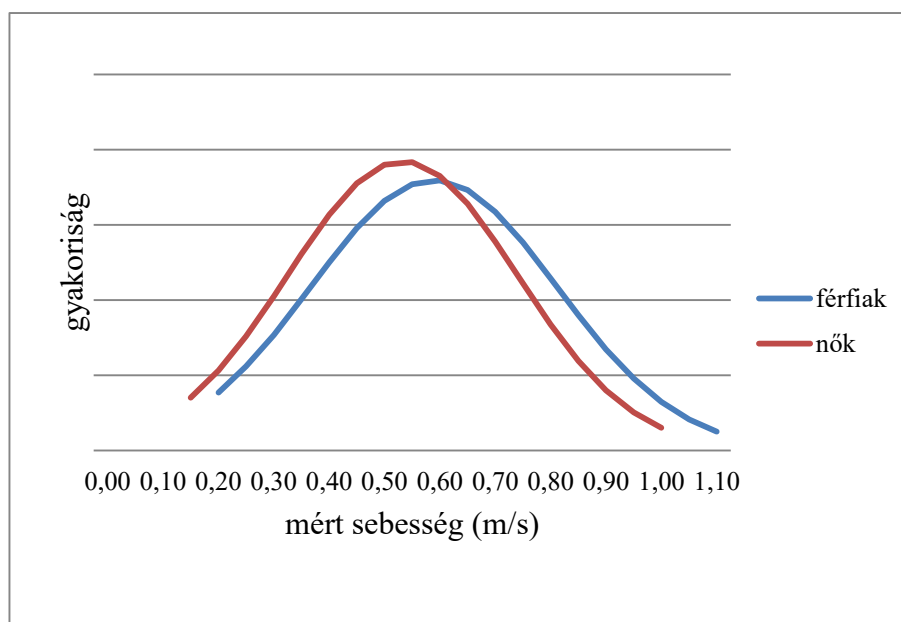
##### ▪ FÉRFI ÉS NŐ ALCSOPORT ALAPJÁN

A férfiak és nők mintájára a 30. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsa kicsit eltér, de formája gyakorlatilag megegyezik. A görbék azonosságának igazolása érdekében további statisztikai vizsgálatokat végeztem el.

A két alcsoport mérési adataiból az F-próbát a két szórásnégyzetre végeztem el, kétoldali  $\alpha=5\%$  konfidenciaszintre (azaz 95%-os biztonsággal). A szórásnégyzetek hányadosa 1,14, amely kisebb a meghatározott 1,53 kritikus értéknél, tehát kimondható, hogy a két mintasor szórása nem tér el egymástól szignifikánsan. Ez alapján a két mintasorra elvégezhető a kétmintás U-próba.

Elvégeztem a kétmintás U-próbát, kétszélű  $p=5\%$  szinten a két mintasor átlagára. A kapott érték  $u=0,48$ , amely kisebb a meghatározott 1,96 kritikus értéknél, ezért kimondható, hogy a két mintasor átlag értéke nem tér el egymástól szignifikánsan.

Ezek alapján kijelenthető, hogy bár a mérési eredmények ábrázolt értékei optikailag kismértékű eltérést mutatnak, a várható értékük és szórásuk nem tér el egymástól, azaz a nemi megoszlásnak nincs kimutatható hatása a várható haladási sebességre.

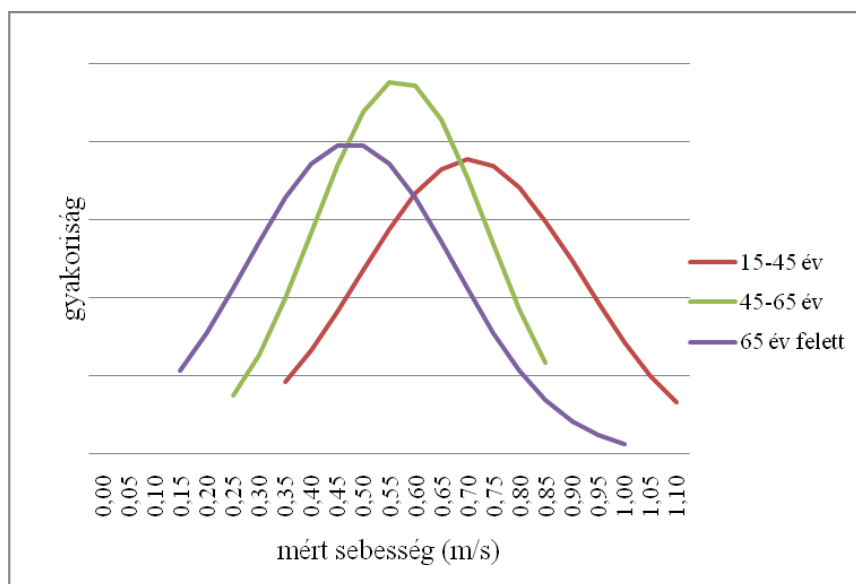


30. ábra – Két könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoportok)

##### ▪ KOROSZTÁLYI MEGOSZLÁS ALAPJÁN

A korosztályi alcsoportok mintájára a 31. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsai és formái kismértékben eltérnek egymástól, a számolt átlagoknak megfelelően. A görbék fedése utal arra,

hogy a korosztály nem meghatározó a 2 könyökmankóval vagy bottal közlekedők esetében, azonban ennek matematikai alátámasztására nem elegendő az alcsoportok mérésszáma.

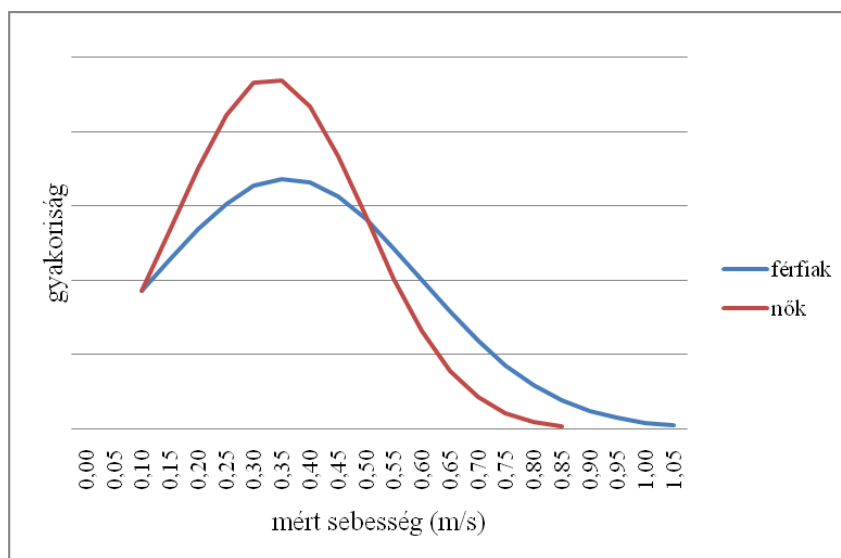


31. ábra – Két könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás)

#### 4.3.5. JÁRÓKERETET VAGY ROLLÁTORT HASZNÁLÓK

- FÉRFI ÉS NŐ ALCSOPORT ALAPJÁN

A férfiak és nők mintájára a 32. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsa és formája jelentősen eltér egymástól, de az átlagos értékek közötti 0,03 m/s különbség a valóságban nem tűnik jelentősnek. A görbék eltérései utalnak arra, hogy a nemi besorolás meghatározó lehet a járókeretet vagy rollátort használók esetében, azonban ennek matematikai alátámasztására nem elegendő az alcsoportok mérésszáma.

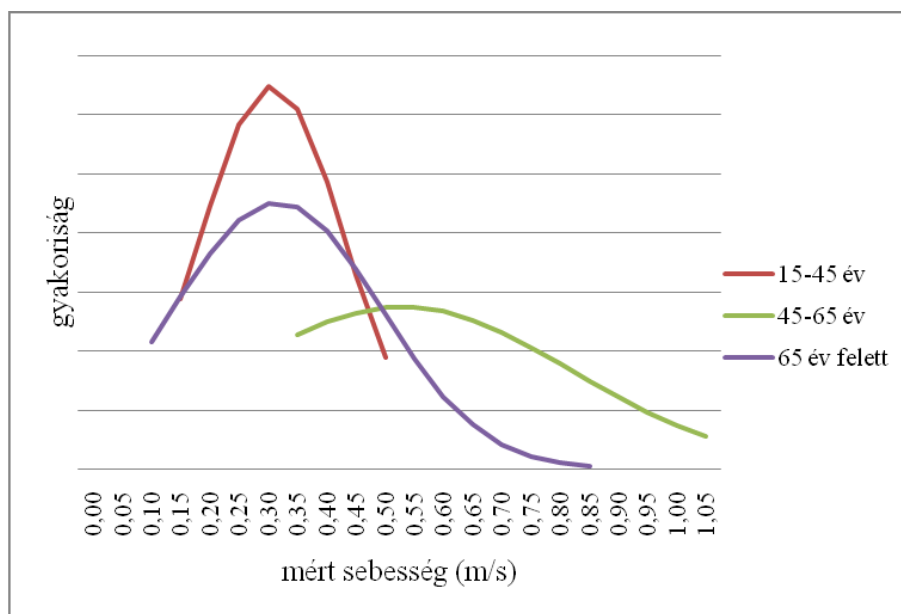


32. ábra – Járókeretet vagy rollátort használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoportok)



#### ▪ KOROSZTÁLYI MEGOSZLÁS ALAPJÁN

A korosztályi alcsoportok mintájára a 33. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsai és formái két korcsoport esetében közelítik egymást, a harmadik csoport azonban jelentősen eltér. A görbék hasonlósága utal arra, hogy a korosztály nem meghatározó a járókeretet vagy rollátort használók körében, azonban ennek matematikai alátámasztására nem elegendő az alcsoportok mérésszáma.



33. ábra – Járókeretet vagy rollátort használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás)

#### 4.3.6. SEGÉDESZKÖZ NÉLKÜL KÖZLEKEDŐK

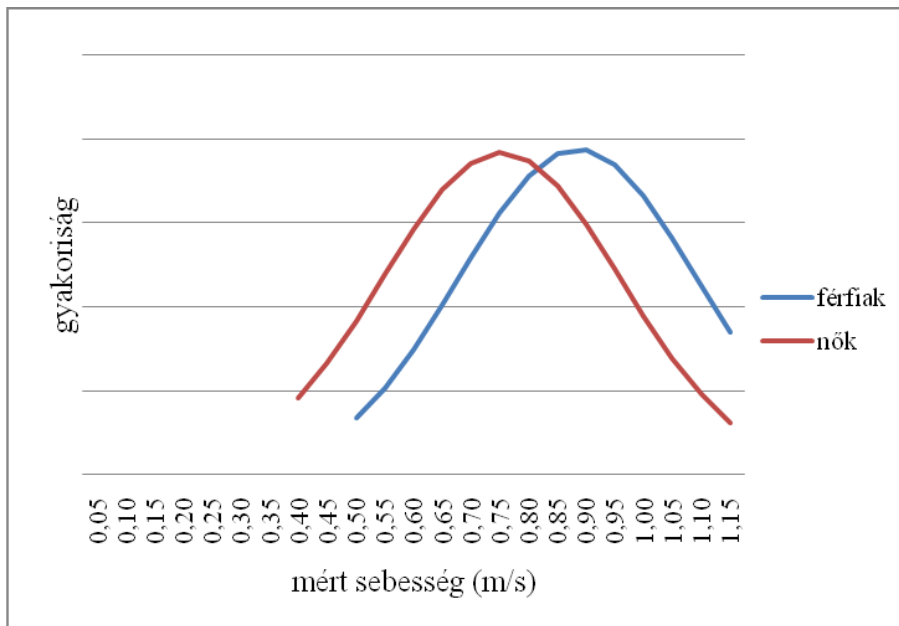
##### ▪ FÉRFI ÉS NŐ ALCSOPORT ALAPJÁN

A férfiak és nők mintájára a 34. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsa kicsit eltér, de formája gyakorlatilag megegyezik. A görbék azonosságának igazolása érdekében további statisztikai vizsgálatokat végeztem el.

A két alcsoport mérési adataiból az F-próbát a két szórásnégyzetre végeztem el, kétoldali  $\alpha=5\%$  konfidenciaszintre (azaz 95%-os biztonsággal). A szórásnégyzetek hányadosa 0,98, amely kisebb a meghatározott 1,62 kritikus értéknél, tehát kimondható, hogy a két mintasor szórása nem tér el egymástól szignifikánsan. Ez alapján a két mintasorra elvégezhető a kétmintás U-próba.

Elvégeztem a kétmintás U-próbát, kétszélű  $p=5\%$  szinten a két mintasor átlagára. A kapott érték  $u=1,02$ , amely kisebb a meghatározott 1,96 kritikus értéknél, ezért kimondható, hogy a két mintasor átlag értéke nem tér el egymástól szignifikánsan.

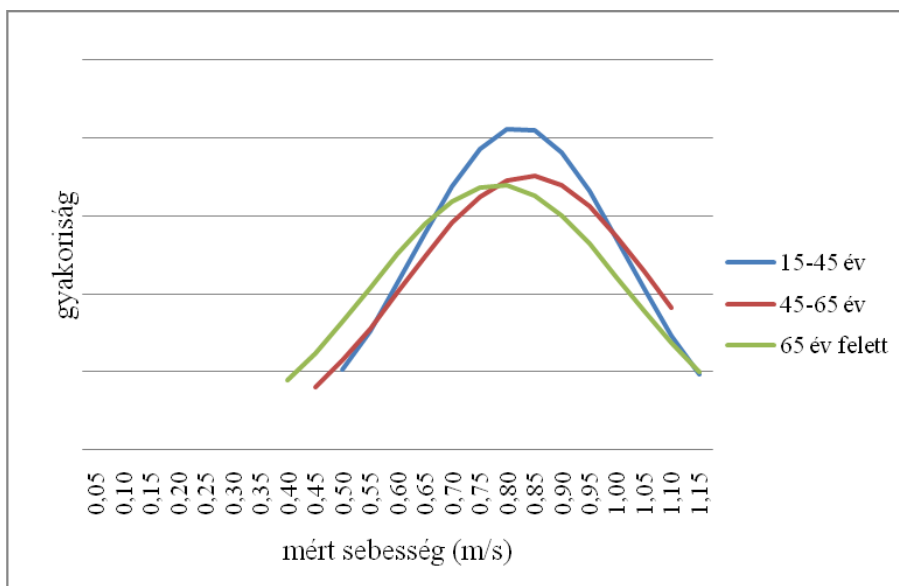
Ezek alapján kijelenthető, hogy a mérési eredmények várható értéke és szórása nem tér el egymástól, azaz a nemi megoszlásnak nincs kimutatható hatása a várható haladási sebességre.



34. ábra – Segédeszköz nélkül közlekedők mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoportok)

▪ **KOROSZTÁLYI MEGOSZLÁS ALAPJÁN**

A korosztályi alcsoportok mintájára a 35. ábra szerint megrajzolt görbék csúcsai és formái gyakorlatilag fedik egymást. A görbék eltolt fedése utal arra, hogy a korosztály nem meghatározó a segédeszköz nélkül közlekedők esetében, azonban ennek matematikai alátámasztására nem elegendő az alcsoportok mérésszáma.



35. ábra – Segédeszköz nélkül közlekedők mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás)

#### 4.3.7. ÉRTÉKELÉS

A mérési sorozat eredményeinek értékelése során a nemzetközi szakirodalom felosztása alapján alakítottam ki nemi megoszlás illetve korosztályi megoszlás alapján alcsoportokat. Az alcsoportok mérési száma azonban sok esetben nem éri el azt az előre meghatározott értéket (>20), amely felett alkalmasnak tartom a matematikai alátámasztások elvégzését.

A nemi megoszlás alapján a teljes mintára vonatkozóan (tehát minden általam vizsgált sérült személy figyelembe vételével) matematikailag igazoltam, hogy a férfiak és nők esetében a szórás értéke szignifikánsan eltér egymástól, így a nemi megkülönböztetésnek hatása van a várható haladási sebességre.

A segédeszköz fajtája alapján kialakított csoportokon belül a kerekesszékes, a 2 könyökmankót vagy botot használók és a segédeszköz nélkül közlekedők esetében volt elegendő mérés a vizsgálatok elvégzéséhez. Mindhárom esetben matematikailag igazoltam, hogy a férfiak és nők esetében várható átlag és szórás értéke nem tér el szignifikánsan egymástól, így az alcsoporton belül a nemi megkülönböztetésnek gyakorlatilag nincsen hatása a haladási sebességre.

A korosztályi megoszlás alapján a teljes mintára vonatkozóan (tehát minden általam vizsgált sérült személy figyelembe vételével) matematikailag igazoltam, hogy a kialakított csoportok esetében a szórás értéke szignifikánsan eltér egymástól, így korosztályi megkülönböztetésnek hatása van a várható haladási sebességre.

A segédeszköz fajtája alapján kialakított csoportokon belül a korosztályi megoszlás alapján csak a kerekesszékes esetben érték el a mérési számot (de ott is az általam megállapított határszám környékével), így a matematikai igazolásokat nem tudtam elvégezni. Ennek értelmében az előzetes feltételezésem jelen kutatás keretein belül nem igazolható.

## 4.4. A NEMZETKÖZI ADATOK ÉS SAJÁT MÉRÉSEM ÖSSZEHASONLÍTÁSA

### 4.4.1. NEMZETKÖZI IRODALOM FELDOLGOZÁSA

Az általam megtekintett nemzetközi leginkább elismert szakirodalmakban is alig találni publikált mérési eredményeket a fogyatékos személyek haladási sebességére. Amelyekben szerepelnek értékek, gyakorlatilag mind az USA-ban kiadott és széles körben alkalmazott SFPE<sup>26</sup> kézikönyvben publikált alap adatokra hivatkoznak vissza [30].

Ez igaz mind a szintén amerikai tűzvédelmi szabályozást tartalmazó Fire Protection Handbook adataira, mind a Fire Technology folyóiratban közzétett fogyatékos személyek haladási sebességével foglalkozó tanulmányra is [31,32].

Az amerikai publikált adatokat a Svájcban kiadott ISO előszabvány is tartalmazza, gyakorlatilag változatlan formában [33].

Boyce eredetileg készített vizsgálatát [32] 107 fogyatékos személy bevonásával készítették felmérést (ebből 101 fő volt mozgásszervi fogyatékos), amely során mind vízszintes haladási sebességét, mind lépcsőn történő haladási sebességet mérték. A vizsgálat során sietős ütemű haladást kértek a résztvevőktől, a mért távolság 50 m volt és a mérés ideje személyek által. A publikált eredményeket a 32. táblázatban foglaltam össze.

vízszintes haladási sebesség (m/s)	mozgási fogyatékkal élők (101)	kerekesszék (12)	elektromos kerekesszék (2)	bot (33)	mankó (6)	járókeret és rollátor (10)	segédeszköz nélkül (52)
átlag	0,80	0,69	0,89	0,81	0,94	0,57	0,95
szórás	0,37	0,35	-	0,38	0,30	0,29	0,32
min	0,10	0,13	0,85	0,26	0,63	0,10	0,24
max	1,68	1,35	0,93	1,60	1,35	1,02	1,68
25 per	0,57	0,38	-	0,49	0,67	0,34	0,70
75 per	1,02	0,94	-	1,08	1,24	0,83	1,02

32. táblázat – SFPE saját mérési értékek

Ezek alapján kijelenthető, hogy a fogyatékos személyek haladási sebességére vonatkozóan világszerte az egy méréssorozat alapján számított értékeket alkalmazzák.

### 4.4.2. A PUBLIKÁLT ÉS AZ ÁLTALAM MÉRT ÉRTÉKEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A vízszintes haladási sebességre vonatkozó publikált adatokat és az általam készített mérésből származó adatokat a 33. táblázatban hasonlítottam össze. A sebesség értékek m/s mértékegységben szerepelnek, a csoportok alatt pedig megjelenítettem a mérések számát.

<sup>26</sup> SFPE: Society of Fire Protection Engineers

vízszintes haladási sebesség (m/s)		teljes minta (SFPE 101; mérés 278)	kerekesszék (SFPE 12; mérés 85)	1 bot vagy mankó (SFPE 33; mérés 43)	2 bot vagy mankó (SFPE 6; mérés 62)	járókeret és rollátor (SFPE 10; mérés 39)	segédeszköz nélkül (SFPE 52; mérés 49)
átlag	SFPE	0,80	0,69	0,81	0,94	0,57	0,95
	mérés	0,65	0,79	0,56	0,56	0,34	0,82
szórás	SFPE	0,37	0,35	0,38	0,30	0,29	0,32
	mérés	0,32	0,38	0,22	0,21	0,20	0,22
min	SFPE	0,10	0,13	0,26	0,63	0,10	0,24
	mérés	0,11	0,12	0,15	0,18	0,11	0,40
max	SFPE	1,68	1,35	1,60	1,35	1,02	1,68
	mérés	1,73	1,73	1,18	1,12	1,04	1,18
25 per	SFPE	0,57	0,38	0,49	0,67	0,34	0,70
	mérés	0,41	0,50	0,41	0,42	0,22	0,62
75 per	SFPE	1,02	0,94	1,08	1,24	0,83	1,02
	mérés	0,83	1,06	0,70	0,74	0,39	0,97

33. táblázat – Publikált és saját mérési értékek összehasonlítása

#### 4.4.3. ÚJ MÉRÉSI EREDMÉNYEIM

A 33 táblázatból látszik, hogy az általam mért értékek minden esetben eltértek a publikált értékektől: van ahol az eltérés jelentősebb mértékű, de van, ahol csak néhány tizedes értéket jelentenek. Az is megfigyelhető, hogy az SFPE méréseinek száma bizonyos csoportokban nem érte el az általam meghatározott minimális mérésszámot, amely alapján véleményem szerint azon értékek nem tekinthetők statisztikai értelemben megbízható eredménynek (dőlt betűvel jelölve). Általános véleményem, hogy a statisztikai kiértékelés pontossága több kiinduló mérés esetén jobb, ezért a saját értékeim (a segédeszköz nélkül közlekedő kivételével) minden esetben pontosabbnak tekinthetők.

##### ▪ ÁTLAGOS HALADÁSI SEBESSÉG

Az átlagos haladási sebességek értékei esetében a saját méréseim jellemzően kisebb sebességet mutatnak, mint a publikált adatok.

A teljes mintában az eltérés a 0,80 m/s értékhez képest, annak 81%-a lett általam mért 0,65 m/s érték. Ez a valóságban másodpercenként 15 cm eltérés jelent, amely véleményem szerint jelentős eltérést mutathat egy nagyobb épület esetében. A megelőző tűzvédelem területén a kisebb érték használata a biztonság javára történő tévedés lehetőségét rejti magában, amely miatt javaslom ennek további felhasználását.

A kerekesszékes csoport esetében az általam mért érték nagyobb a publikált adatnál, azonban a 12 méréshez képesti saját 85 mérés véleményem szerint megalapozza a nagyobb haladási sebesség érték elfogadását is. A 85 fő kerekesszéket használó bevonásával történt mért átlag haladási sebesség értékeknél kimutattam, hogy a kerekesszéket használók átlagsebessége 0,79 m/s, amely pontosan 0,10-del magasabb az SFPE 0,69 m/s értéknél.

A 40 fő 1 botot vagy mankót használók esetében a haladási sebesség 0,56 m/s amellyel 31%-os csökkenést mutattam ki az SFPE-ben publikált 0,81 m/s haladási sebességgel szemben. A 64 fő 2 botot vagy mankót használók esetében a haladási sebesség 0,56 m/s amellyel 41%-os csökkenést mutattam ki az SFPE-ben publikált 0,94 m/s haladási sebességgel szemben. A 39 fő járókeretet/rollátort használók esetében a haladási sebesség 0,34 m/s amellyel 40%-os csökkenést mutattam ki az SFPE-ben publikált 0,57 m/s haladási sebességgel szemben. A majdnem azonos segédeszközt nem használó 50 fő esetében a haladási sebesség 0,81 m/s amellyel 15%-os csökkenést mutattam ki az SFPE-ben publikált 0,95 m/s haladási sebességgel szemben.

#### ▪ A MINTA SZÓRÁSA

A minta szórásának értékei között jellemzően 1 tized alatti eltérések mutatkoznak, amely arra utal, hogy bár eltérő helyen készültek, a minta értékeinek gyakorisága hasonlóságot mutat.

#### ▪ MINIMUM ÉRTÉKEK

A minimális sebességek esetében jellemzően kismértékű eltérés figyelhető csak meg. A számszerű értékek vizsgálata után véleményem szerint ezt az okozza, hogy egy bizonyos sebesség alatt gyakorlatilag nem beszélhetünk érdemi haladásról, így annál kevesebbet mérni fizikailag okoz nehézséget a korábban bemutatott körülmények között. A 2 könyökmankót vagy botot használók esetében véleményem szerint a 6 mérés helyetti 62 mérés alapozza meg a nagyobb érték elfogadását.

#### ▪ MAXIMUM ÉRTÉKEK

A teljes mintából származó maximum értékek esetében megfigyelhető 0,05 m/s (azaz 5 cm/s) érték véleményem szerint gyakorlatilag elhanyagolható különbség. A különböző alcsoportok esetében azonban megfigyelhető kisebb és nagyobb eltérés is, mindkét irányban. A kerekesszéket használók esetében a saját, jelentősen nagyobb értéket a nagyobb mérésszám alapján elfogadhatónak tartom. (Ebben az esetben az is jellemző, hogy a középértékek csak az átlag elmozdulásának megfelelően mozdultak el, tehát a kiugróan magasabb értékeim valószínűleg csak a mérési helyszínen működő kerekesszékekkel sportolók okán volt mérhető.) A járókeretet vagy rollátort használók esetében gyakorlatilag nincs eltérés a két adat között. A többi kategória esetében azonban a saját mérésem eredményei jelentősen kisebb maximum értékeket (mínusz 0,23-0,50 m/s) mutatnak, mint az SFPE adatok.

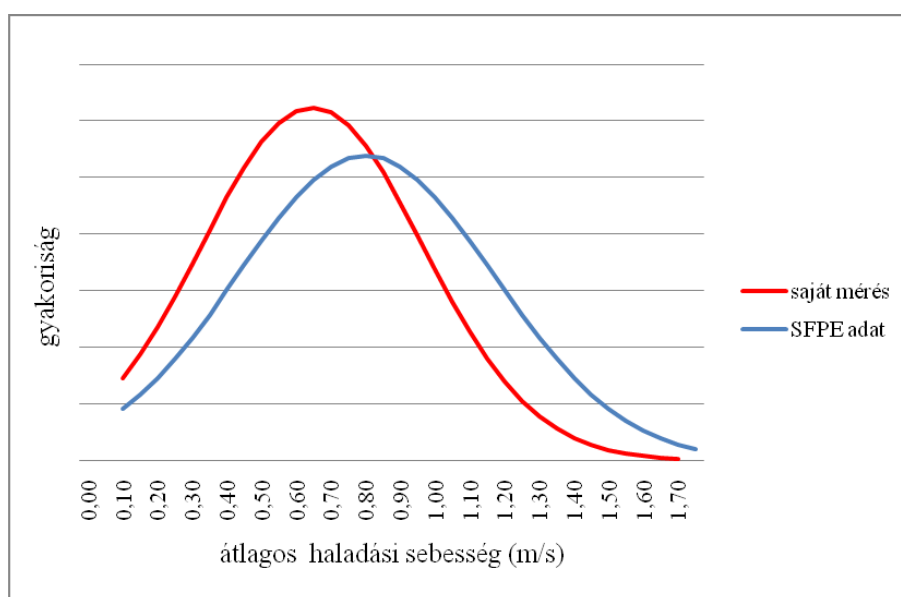
## ▪ KÖZÉPÉRTÉKEK

Az SFPE publikáció alapján középértéknek tekintem a 25 és 75 percentilis értékek közé eső eredményeket, amelyek gyakorlatilag azt mutatják meg, hogy a mérési sorban az alsó és felső 25% elhagyása után milyen szélsőértékek maradnak meg.

A teljes mintára vonatkozóan mindkét mért értékem kisebb az SFPE értéknél, azonban a középértékhez mért eltérés gyakorlatilag azonos, tehát csak annak megfelelő eltolódás történt. Ugyanez a szimmetrikus eltolódás figyelhető meg a kerekesszéket használók, a 2 könyökmankót vagy botot használók és a segédeszköz nélkül közlekedők esetében.

## ▪ ELOSZLÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A számszerűen is értelmezhető értékek mellett érdekesnek tartom az ezekből felrajzolható megoszlási görbék összehasonlítását is, mert grafikusán is jól láthatóvá teszik az eltéréseket.

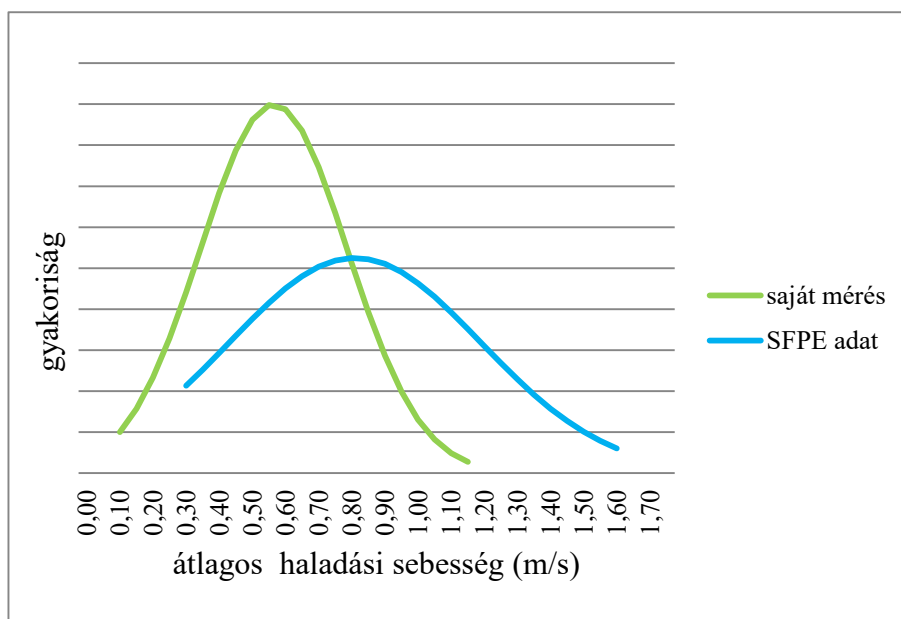


36. ábra – Publikált és mért sebességek gyakoriság eloszlása (teljes minta)

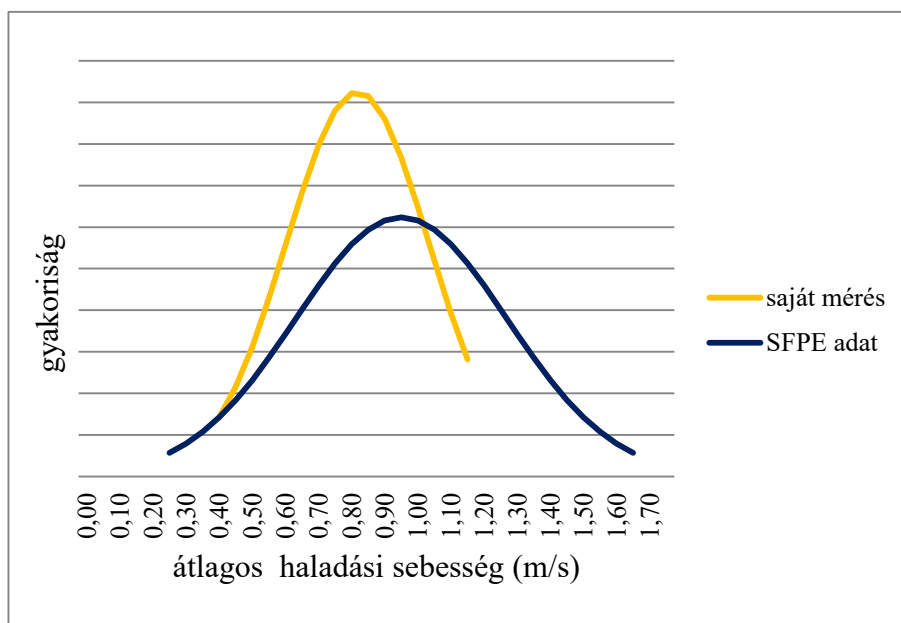
A 36. ábrán bemutatom a két teljes mérési mintasorból adódó eloszlási görbéket. Ebből is látható, hogy a saját mérési sor esetében a kisebb átlagos sebességhez nagyobb gyakoriság tartozott és a görbe meredeksége is nagyobb az SFPE értékekhez képest. Véleményem szerint ez is arra utal, hogy az általam kalkulált értékek használata nagyobb biztonsággal közelíti a valóságot. A két görbe kezdete gyakorlatilag azonos, a végében a saját mérés hamarabb simul a 0 gyakorisághoz.

A 37. ábrán bemutatom az 1 botot vagy mankót használók mérési mintasorából adódó eloszlási görbéket. Ebből is látható, hogy a saját mérési sor esetében a kisebb átlagos sebességhez nagyobb gyakoriság tartozott és a görbe meredeksége is nagyobb az SFPE

értékekhez képest. Véleményem szerint ez is arra utal, hogy az általam kalkulált értékek használata nagyobb biztonsággal közelíti a valóságot. A két görbe kezdete és vége is eltér egymástól a mért minimum és maximum értékek eltérése miatt.



37. ábra – Publikált és mért sebességének gyakoriság eloszlása (egy könyökmankót vagy botot használók)



38. ábra – Publikált és mért sebességének gyakoriság eloszlása (segédeszköz nélkül közlekedők)

(A többi alcsoport esetében az SFPE mérések kis darabszáma miatt eltekintettem azok összehasonlításától.)

A 38. ábrán bemutatom a segédeszköz nélkül közlekedők mérési mintasorából adódó eloszlási görbéket. Ebből is látható, hogy a saját mérési sor esetében a kisebb átlagsebességhez nagyobb



gyakoriság tartozott és a görbe meredeksége is nagyobb az SFPE értékekhez képest. Mivel nem ismert, hogy az SFPE mérés során milyen mozgásokban korlátozott, de segédeszköz nélkül közlekedő személyeket vettek figyelembe, így a közel azonos mérési szám mellett a biztonság javára történő – esetleges – tévedés lehetősége mellett javasolt a kisebb átlagos sebesség mellett nagyobb gyakoriságot és szűkebb (meredekebb) görbe értékeit használni.

#### **4.4.4. ÉRTÉKELÉS**

A fenti összehasonlítások alapján véleményem szerint a tézisem igazoltnak tekinthető, miszerint a több mérésből álló önálló kutató munkám eredményeképpen új tudományos eredményt tudok felmutatni. A statisztikai feldolgozás alapvetése, hogy minél több mintaérték feldolgozása során várhatóan pontosabb eredmények kaphatóak, ezért véleményem szerint az én méréseimből származó adatokat érdemes a továbbiakban felhasználni a menekülésben korlátozott személyek kiürítésének tervezése során a megelőző tűzvédelmi gyakorlatban.

Fontos azonban megjegyezni, hogy a méréssorozathoz tartozó kalkulált eredmények csak együttesen használhatóak fel, mert például az adott átlag értékhez tartozó adott szórás érték határozza meg a minta eloszlását. Ezért a bemutatott részeredmények közül nem javasolt mindig a kisebb érték alkalmazása!

# 5. EGY FIKTÍV KÓRHÁZI ÉPÜLETRÉS Z

## KIÜRÍTHETŐSÉGÉNEK ELLENŐRZÉSE

### 5.1. A KIÜRÍTHETŐSÉG VIZSGÁLATA

A gyakorlati alkalmazások során a haladási sebességet a kiürítés, kiüríthetőség igazolása alatt használjuk a megelőző tűzvédelem területén. Ennek a folyamatnak több lehetősége áll rendelkezésre világszerte, ahogy a kiürítésről szóló európai irányelvben is megjelent [34].

Egyrészt szinte mindenhol megtalálhatóak a leíró jellegű szabályok, amelyek kutatásokra és tapasztalatokra alapulnak, és bár folyamatosan fejlődnek, de lassan tudják csak lekövetni a műszaki és viselkedési változásokat. Ezek a szabályok jellemzően a kijáratok számát, a menekülési útvonalak szélességét és hosszát ellenőrzik, és vizsgálják az előre meghatározott és rögzített maximális kiürítési idő<sup>27</sup> betarthatóságát a fentiek alapján. A módszer előnye, hogy nagy általánosságban lefedik a különféle épületek lehetőségeit, tehát általánosan alkalmazhatóak. Ennek érdekében azonban jelentős biztonsági tartalékok jelennek meg a meghatározott sebességekben, megengedhető kiürítési időkben és a számítási módszerekben. Az általános alkalmazhatóság érdekében az is jellemző, hogy átlagos értékeket alkalmaznak, azaz a teljes társadalomra vonatkoztatott átlagolt méreteket és sebességeket használják fel. Leíró jellegű szabályozásnak számít az SFPE [35] kézikönyvben foglalt módszer és a magyarországi tűzvédelmi szabályozásban alkalmazott mindenkori OTSZ és TvMI Kiürítés által meghatározott számítási módszer.

Másrészt lehetőség van a kiürítés tervezése során a mérnöki megközelítés alkalmazására, amelynek alapja a menekülésre rendelkezésre álló idő (ASET<sup>28</sup>) és a meneküléshez szükséges idő (RSET<sup>29</sup>) összehasonlítása. A két érték különbsége a biztonság fokát is megmutatja, mert a tervezés és a valóság közötti tartalékot képez a nehezen jósolható részletek miatt. A meneküléshez rendelkezésre álló idő meghatározása történhet leíró jellegű szabályozás által (lásd OTSZ-ben meghatározott a maximális idő), azonban a valósághoz jobban közelítő megoldás a

---

<sup>27</sup>kiürítési idő (*travel time, evacuation time*): a tényleges, célirányos, kijáratok irányába történő mozgás ideje, az indulástól kezdve a biztonságos tér eléréséig [TvMI Kiürítés]

<sup>28</sup> ASET - *menekülésre rendelkezésre álló idő*: a tűz gyulladástól számított teljes idő, amely során az épületben, építményben, szabad téren a környezeti feltételek lehetővé teszik a biztonságos menekülést és a mentés [TvMI Kiürítés]

<sup>29</sup> RSET - *meneküléshez szükséges időtartam*: az a teljes számított idő, amely alatt a személyek elhagyják az épületet, azaz a tűz gyulladásától kezdve a biztonságos tér eléréséig tartó időszak. Magába foglalja az észlelés és riasztás idejét, a kiürítés előtti időt és a kiürítési időt. Nem azonos egy gyakorlaton vagy tényleges vészhelyzetben mérhető menekülési időtartammal [TvMI Kiürítés]

hő- és füstterjedési szimuláció által történő meghatározás. A meneküléshez szükséges idő meghatározása is történhet leíró jellegű szabályozás által (lásd TvMI Kiürítésben rögzített egyenletek segítségével, kézi számolással), vagy a valósághoz jobban közelítő, a kiürítési folyamatot jobban jellemző számítógépes szimuláció segítségével [36].

Mivel a kutatási eredményeim azt mutatják, hogy jelentős eltérés van mind az ép és mozgásukban korlátozott személyek haladási sebessége, mind a mozgásukban korlátozott személyek publikált és általam mért haladási sebességei között, ezért a továbbiakban fontosnak tartom annak vizsgálatát, hogy ezen eltérések okoznak-e és milyen mértékű eltérést egy konkrét vizsgált épület esetében.

## **5.2.A HELYSZÍN ÉS A TERVEZETT VIZSGÁLAT LEÍRÁSA**

### **5.2.1. A VIZSGÁLT HELYSZÍN**

A jelenlegi tűzvédelmi szabályozásban a speciális követelmények csak a speciális fő rendeltetésű építmények esetében kerültek kialakításra, figyelembe véve Magyarország jelenlegi gazdasági és társadalmi lehetőségeit is. Ennek megfelelően kutatásom során is ilyen épületet dolgozok fel, de hosszabb távon fontos lenne a nem speciális rendeltetésű épületek esetében is kezelni a kialakuló problémákat.

Az általam vizsgált helyszín egy fiktív kórházi épület földszintjén kialakított rehabilitációs osztály, amely magában foglalja az osztályos és külső tornatermet, az orvosi és gyógytornászai helyiségeket is. (Az építészeti alaprajz a 4. mellékletben szerepel.) Az alaprajzi kialakításánál törekedtem arra, hogy a vizsgálat során lehetőleg ne jöjjön létre feltorlódás az ajtóknál, hanem a kiürítési időt elsősorban a - vizsgálni kívánt - haladási sebesség határozza majd meg.

Az épület és a földszinti osztály a főbejárati előcsarnokon keresztül közelíthető meg, ahol nagyméretű, akadálymentes recepció és adminisztrációs pult található. A menekülés során a szimmetrikus, kétszárnyú, nettó 1,80 m széles bejárati ajtót használják a bent levők. A váróból nyílóan kialakítottam egy külső, kisméretű tornatermet, ahova a már elbocsátott betegek jöhetnek utókezelésre és ellenőrzésekre, az osztály érintése nélkül. A recepció pult után érhető el az épület függőleges közlekedő magja, 4 nagy méretű felvonóval és azok előteréhez kapcsolódó lépcsőházzal (jelen vizsgálatom során nem veszem figyelembe az épület többi szintjének kialakítását, menekülési lehetőségeit).

Az osztály közepén található egy nappali terület, amely alkalmas a hosszabb időt itt töltők részére közösségi térként is, illetve a látogatók fogadására, valamint közös étkezési lehetőséget is biztosít a betegeknek. Emellett jellemzően innen nyílnak az ápoláshoz szükséges helyiségek:

nővér pult és dolgozó terület, kezelő és mintavevő, háttér helyiségek. Innen közelíthető meg a tornaterem területe, ahol egy nagyobb közös tér mellett egy kisebb foglalkoztató, egy egyéni terápiás szoba és egy szertár nyílik. Szintén a központi térből közelíthetőek meg a személyzeti területek, a személyzeti öltöző, orvosi és gyógytornászi szobák, adminisztrációs iroda.

Az osztály 38 ágyas kialakítású, 2 fős, önálló akadálymentes fürdőszobás betegszobákkal, amelyek egy hosszú folyosó 2 oldalán kerülnek kialakításra. A betegszobák ajtói aszimmetrikus kialakításúak, de a menekülés során csak a nettó 1,00 m szélességű főszárnyat veszem figyelembe. A folyosó végén – kizárólag menekülés céljára – 1,80 m nettó szélességű, szimmetrikus kétszárnyú ajtó található.

### 5.2.2. TERVEZETT VIZSGÁLATOK

A vizsgálatom során először a TvMI Kiürítésben rögzített egyenletek segítségével szeretném a teljes kiürítési időt kiszámolni az adott geometriát a rögzített átlagos sebesség értékek figyelembe vételével.

Ezt követően azonos geometriát vizsgálok meg számítógépes menekülési szimulációs program segítségével. Ehhez ötféle kiürítési változatot<sup>30</sup> feltételeztem, amelyekben a geometria és a személyek elhelyezkedése nem változik meg, csak a beállított sebesség értékek módosulnak.

- a TvMI - Kiürítésben meghatározott sebességet alkalmazom, minden személy esetében; azaz megismétlem az előzőekben kézzel kiszámolt alap változatot, amelyben mindenki az ép átlagnak megfelelően halad (A változat);
- az SFPE kézikönyvben meghatározott sebességet alkalmazom [35,32], minden személy esetében, amelyben mindenki az ép átlagnak megfelelően halad (B változat);
- az SFPE kézikönyvben meghatározott sebességeket alkalmazom [35,32], de különbséget teszek az ép és a fogyatékos személyek között, akik a csoportjuknak megfelelő átlag értékkel haladhatnak (C változat);
- az ép személyek esetében az SFPE ép személyekre vonatkozó átlagos sebességét alkalmazom [35], a fogyatékos személyekre pedig a kutatásom során számított átlagos sebességet alkalmazom (D változat);
- az ép személyek esetében a 'Pedestrian and Evacuation Dynamics 2008' [29] könyvben publikált nőkre és férfiakra vonatkozó sebességét alkalmazom, a fogyatékos személyekre

---

<sup>30</sup> kiürítési változat (evacuation scenario): egy-egy menekülés folyamatának leírása, amely magába foglalja a kiindulási állapot és a menekülést befolyásoló tényezők meghatározását [TvMI Kiürítés]

pedig a kutatásom során számított, segédeszköz alapján kialakított sebességet alkalmazom (E változat).

### 5.3. TVMI SZERINTI SZÁMÍTÁSI MÓDSZER

Az ellenőrzés során a jogszabályban meghatározott kézi számítási metódus 1. fejezetben rögzített 1.6.-1.10. számú egyenleteit alkalmazom. A számításokat táblázatkezelő segítségével végeztem el, a kiinduló adatokat és részeredményeket pedig a 34 és 35 táblázatokban rögzítettem.

A vizsgált alaprajz esetében két pozíciót tartok kritikusnak kiürítés szempontjából, ezért ezeket fogom vizsgálni: egyrészt a belső tornateremből nyíló kis terem távolabbi sarkát, másrészt a hátsó kijárattól legmesszebb levő szoba hátsó ágya (a felső soron). A kézi számítás során is pontosan annyi személyt veszek figyelembe az adott helyiségekben, amennyi személyt a szimulációs elrendezésben is alkalmazok.

#### KISTEREM - HELYISÉGCSOPORT KIÜRÍTÉS IDŐTARTAMÁNAK SZÁMÍTÁSA

A helyiségcsoport kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülőök száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	t (min)
kisterem	7,35	47,27	4	0,08	40	0,18

legszűkebb keresztmetszet szabad szélesség (m)	átbocsátó képessége (fő/m <sup>2</sup> x min)	maximális létszám (fő)	t (min)
0,9	41,7	4	0,11

$t_{1ma}$	0,18
-----------	------

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülőök száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	$t_{ma}$ (min)
tornaterem	7,35	100,19	15	0,11	40	0,18
nappali	13,25	36,76	36	0,98	37	0,36
lift előtér	9,1	29,68	36	1,21	29	0,31
előcsarnok	8,7	23	59	2,57	17	0,51
$\Sigma t$						1,37

$t_{2a}$	1,55
----------	------

A helyiségcsoport kiürítés időtartama a számításba vett kiürítési útvonal legkisebb szabad szélességének átbocsátó képessége alapján:

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülőök száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	$t_{y1}$ (min)
mintázó	7	36,76	36	0,98	37	0,19

$\sum t_{y1}$	0,19
---------------	------

legszűkebb keresztmetszet szabad szélesség (m)	átbocsátó képessége (fő/m <sup>2</sup> x min)	maximális létszám (fő)	t (min)
1,8	41,7	38	0,51

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülők száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	t (min)
lift előtér	9,1	29,68	36	1,21	29	0,31
előcsarnok	8,7	23	59	2,57	17	0,51
$\sum t$						0,83

$t_{2b}$	1,53
----------	------

A helyiségcsoport kiürítés időtartama kiürítésre számításba vett menekülési útvonalra vezető nyílászáró átbocsátó képessége alapján:

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülők száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	$t_{y2}$ (min)
előcsarnok	5,9	23	59	2,57	17	0,35
$\sum t_{y2}$						0,35

legszűkebb keresztmetszet szabad szélesség (m)	átbocsátó képessége (fő/m <sup>2</sup> x min)	maximális létszám (fő)	t (min)
1,8	41,7	59	0,79

$t_{2c}$	1,14
----------	------

34. táblázat – Kisterem helyiségcsoport kiürítés számítása

## BETEGSZOBA - HELYISÉGCSOPORT KIÜRÍTÉS IDŐTARTAMÁNAK SZÁMÍTÁSA

A helyiségcsoport kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülők száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	t (min)
2 ágyas szoba	6	23,4	2	0,09	40	0,15

legszűkebb keresztmetszet szabad szélesség (m)	átbocsátó képessége (fő/m <sup>2</sup> x min)	maximális létszám (fő)	t (min)
0,9	41,7	2	0,05

$t_{1ma}$	0,15
-----------	------

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülők száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	t <sub>ma</sub> (min)
közlekedő	31,5	97,7	31	0,32	40	0,79
<b>Σt</b>						<b>0,79</b>

<b>t<sub>2a</sub></b>	<b>0,94</b>
-----------------------	-------------

A helyiségcsoport kiürítés időtartama a számításba vett kiürítési útvonal legkisebb szabad szélességének átbocsátó képessége alapján:

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülők száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	t <sub>y1</sub> (min)
közlekedő	2	97,7	31	0,32	40	0,05
<b>Σt<sub>y1</sub></b>						<b>0,05</b>

legszűkebb keresztmetszet szabad szélesség (m)	átbocsátó képessége (fő/m <sup>2</sup> x min)	maximális létszám (fő)	t (min)
1,8	41,7	31	0,41

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülők száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	t (min)
-	-	-	-	0,00	-	0,00
<b>Σt</b>						<b>0,00</b>

<b>t<sub>2b</sub></b>	<b>0,46</b>
-----------------------	-------------

A helyiségcsoport kiürítés időtartama kiürítésre számításba vett menekülési útvonalra vezető nyílászáró átbocsátó képessége alapján:

útvonal leírása	útvonal hossz (m)	útvonal alapterülete (m <sup>2</sup> )	menekülők száma (fő)	létszámsűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	haladási sebesség (m/min)	t <sub>y2</sub> (min)
közlekedő	2	97,7	31	0,32	31	0,06
<b>Σt<sub>y2</sub></b>						<b>0,06</b>

legszűkebb keresztmetszet szabad szélesség (m)	átbocsátó képessége (fő/m <sup>2</sup> x min)	maximális létszám (fő)	t (min)
1,8	41,7	31	0,41

<b>t<sub>2c</sub></b>	<b>0,47</b>
-----------------------	-------------

35. táblázat – Betegszoba helyiségcsoport kiürítés számítása

A számítás alapján a tornaterem melletti kisterem kiürítési ideje 1,56 perc (azaz 93,6 s időtartam), és a betegszoba kiürítési ideje 0,94 perc (azaz 56,4 s időtartam). Mindkét esetben a távolság alapú számítás hozta a legnagyobb számított időt. Az eredmények alapján látszik, hogy a kialakított alaprajz és létszám esetében a távolság alapú ellenőrzés adja a legnagyobb számított időt, így nem az ajtók átbecsátó képessége a meghatározó.

## **5.4. SZIMULÁCIÓ**

### **5.4.1. A SZÁMÍTÓGÉPES MENEKÜLÉSI SZIMULÁCIÓ JELLEMZŐI**

Az utóbbi időkben egyre jelentősebb szerepe van a döntés-előkészítésben a számítógépnek. A rendszerek az emberi döntéshozó folyamatot szimulálják (modellezik) számítógépen, a szűkebb szakterület szakértőinek ismeretére, tudására és következtetési módszereikre alapozva [37].

A kiürítés számítógépes szimulációja a jelenkori mérnöki megközelítés alapú tervezés egyik legfejlettebb eszköze. A program segítségével meghatározható az egyes helyiség vagy helyiség csoport, illetve a teljes épület kiürítéséhez szükséges idő és a grafikai megjelenítés segítségével jól bemutatható az emberek mozgása a kiürítés teljes folyamata alatt [38].

Ne feledjük azonban, hogy a legfejlettebb számítógép is csak segíti, és nem helyettesíti az embert. Mivel minden modell a valóság egyszerűsítése, így a tulajdonságok csak egy részéről tájékozathat. Emellett fontos azt is szem előtt tartani, hogy a program valószínűségekkel számol és a térbeli körülmények alapján jelezhet bizonyos lehetőségeket. Ezért a számítógépes szimuláció eredményét minden esetben csak megfelelő szaktudással szabad értelmezni, mivel a kiegészítő ismeretekkel együtt adhat elfogadható eredményeket [39].

#### **▪ MODELLEZŐ PROGRAMOK**

Nincs olyan modellező program, amely minden eset feldolgozására alkalmas lenne, mindig az adott feladathoz és kívánt célhoz kell a programot kiválasztani, hiszen mindegyiknek megvannak a saját tulajdonságai és korlátai. Léteznek csak és kizárólag mozgási modellek, amelyek lényegében hidraulikus áramlási modellek. És olyanok is, amelyekben részlegesen vagy teljes mértékben lehetséges a személyek viselkedési mintáit is alkalmazni (pl. késlekedés, csoportos magatartásminta követése, összetartozó személyek kezelése, akár mesterséges intelligencia alkalmazása, stb.). A világszerte zajló dinamikus fejlesztések inkább ez utóbbi csoportok irányába mutatnak, amely azonban az egyik legnehezebb technikai feladat, mivel egy emberi vagy szociológiai jelenséget kell algoritmusokká formálni [40,41].



A NIST<sup>31</sup> által készített, modellező programok vizsgálatán alapuló publikációk összehasonlítása alapján kimondható [42], hogy a tűzvédelem területének ez az egyik leginkább fejlődő területe az egész világon. Az vizsgálat során összegyűjtötték a világszerte fejlesztett programok legfőbb tulajdonságait, értékelés nélkül, amelyek alapján könnyebben lehet tájékozódni a piaci lehetőségek között. (A TvMI – Szimuláció 4.1.2. pontjában jelenleg 4 javasolt program szerepel, amelyek alkalmazását a hatósági engedélyezés során elfogadhatónak tartják.)

#### ▪ MODELLEZÉS CÉLJAI

A jelenlegi hazai szabályozás szerint az épületek biztonságos kiüríthetőségének igazolására alkalmazhatóak számítógépes szimulációs programok, amelyeket a TvMI – Szimulációban foglalt javaslatoknak megfelelően szükséges elkészíteni és dokumentálni, valamint azokat egyedileg engedélyeztetni szükséges az illetékes tűzvédelmi hatósággal (jelenleg BM OKF).

A TvMI – Szimuláció bevezetése alapján: „A menekülés vizsgálat során figyelemmel lehet kísérni előre meghatározott kiürítési változat alapján a menekülés folyamatát és időtartamát tervezési feladatok vagy meglévő állapot ellenőrzése során. A menekülési vizsgálat a tűz- és füstterjedési vizsgálatokkal egyidejűleg is alkalmazható.”

Az eredmények az alábbiak lehetnek:

- szintidő követelmény alapján kiüríthető létszám meghatározása;
- átbocsátott személyek száma az idő függvényében [43];
- kiürítési vagy menekülési időtartam illetve annak szakaszai;
- menekülési felvonó hatékonysága a kiürítés során [44];
- biztonságos terek (például gyülekezőhely, nagy létszámú kiürítés esetében az építmény környezete) és átmeneti védett terek (például füstmentes lépcsőházak, önálló helyiségek) befogadóképességének igazolása;
- kiürítés/menekülés folyamatának bemutatása az esetleges torlódásokkal (például menekülési felvonó környezete, menekülési iránnyal ellentétesen közlekedő személyek hatása, akadályok hatása) [45].

Számítógépes szimuláció alkalmazása esetén ellenőrizni és igazolni kell, hogy a menekülő személyek a vizsgált területet (helyiség, tűzszakasz, épület, építmény, szabad tér):

- a kiürítési normaidőn belül (azaz a fizikai kiüríthetőség vizsgálata)[46],

---

<sup>31</sup> NIST - National Institute of Standards and Technology

- vagy a tűz- és füstterjedési szimuláció során meghatározott időn belül (azaz az RSET és ASET értékek összehasonlítása) el tudják hagyni [47,48].

#### ▪ **MODELLEZÉS PARAMÉTEREI**

A modellezés során többféle kiinduló adat bevitele szükséges, amelyek programonként változók lehetnek, de ezek alapvetően 3 fő csoportba sorolhatóak [49]:

- A geometriai adatok a kiürítendő épület adatai, a lehető legpontosabb bevittel. Ezzel adjuk meg a kiürítés kereteit: a kiürítendő helyiségek és közlekedők méreteit és elhelyezkedésüket, a menekülésre igénybe vett ajtók adatait, a kiürítést akadályozó berendezések és személyek adatait és elhelyezkedését.
- A kiürítésben részt vevő személyek tulajdonságai jelentősen befolyásolhatják a kiürítés menetét. Ezek közül leginkább a személyek méretei és a haladási sebességük a meghatározó. (A viselkedési modellek esetében a különböző viselkedési jellemzők megadása is fontos lehet [50].)
- Amennyiben a kiürítés modellező program lehetővé teszi és más tűzmodellezési programból az adatok rendelkezésre állnak, a tűz hő, füst és toxikus hatásait az idő függvényében szükséges megadni, amelyet a program a kiürítési folyamat során figyelembe vehet.

A geometriai adatok viszonylag könnyen és egyértelműen kezelhetők a modellezés során, hiszen könnyen mérhető és értelmezhető adatokról van szó. Ezeket a feladattól függően felmérés során szerezhethetjük be vagy tervezett állapot esetében az építészeti tervekből.

A kiürítés modellezés sarkalatos pontja a menekülő személyek méreteinek, sebességének és várható viselkedésének reális meghatározása, amely a tudományos adatokon kívül figyelembe veszi a kiürítendő létesítményre jellemző tulajdonságokat is [51].

A tűzhatás figyelembe vétele is viszonylag egyértelműen vizsgálható, amennyiben rendelkezésre állnak hő- és füstterjedési szimuláció eredményei. Ennek készítése külön szakterület és megfelelő szakmai tudást igényel ahhoz, hogy az eredményt elfogadhatóan biztonságos becslésként kezeljük, de a végén a számszerű értékek nehezen vitathatóak [52].

#### ▪ **A SZEMÉLYEK BEÁLLÍTÁSAI**

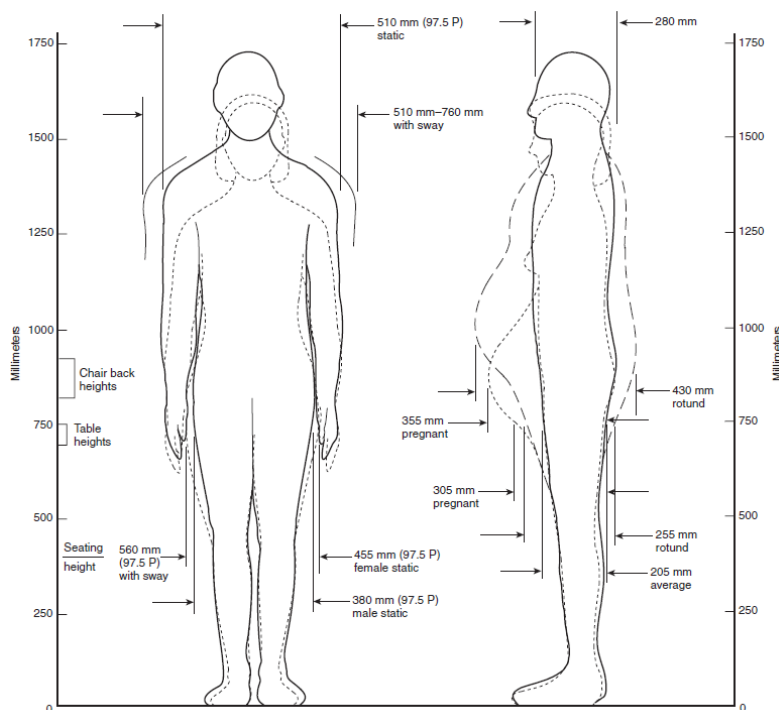
##### *Méret*

A méret adatokhoz tudományos felmérések és tanulmányok ismeretében lehet hozzáférni, de ezeket a modellezés során reális esetben változtatni szükséges. Mivel magyarországi mérések nem állnak rendelkezésre, így a nemzetközileg is elfogadott és használt antropológiai mérések

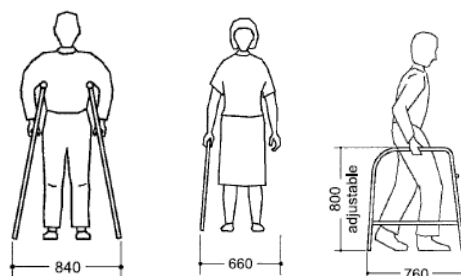
alkalmazása szükséges. Megfigyelhető, hogy - egy-két nagyobb eltérésen kívül - a különböző szakirodalmak és cikkek nagyjából azonos méretekről szólnak, így ezek nagy valószínűséggel alkalmazhatóak a valóság leírására.

A modellezési feladat ismeretében szükséges eldönteni, hogy a személyek méretét milyen mértékben és pontossággal kell megadni a reális eredmény eléréséhez. Az adott feladat ismeretében eltérések lehetnek az átlagos méretektől, amelyeket szükség esetén a modellezés során is érdemes figyelembe venni [53]. Például egy fogyasztó központban várhatóan szinte csak túlsúlyos emberek lesznek, akik nagyobbak az átlagnál; vagy ha a tűzoltási beavatkozás hatása is szimulálandó a szembe jövő tűzoltó megjelenítésével, akkor ő a teljes felszerelésével együtt az átlagnál nagyobb helyet igényel majd.

Az egyik általánosan elfogadott tervezési alap segédlet – a Metric Handbook [54] – az alábbi átlagos ember-méreteket állapítja meg. A 39. ábra az angol mérések alapján észlelt átlag középértéket mutatja, amely férfiaknál 465 mm, míg nőknél 395 mm. A 40. ábrán látható néhány példa, hogy az egyes segédeszközök milyen formában jelenhetnek meg és azoknak mennyi az átlagos helyigénye.



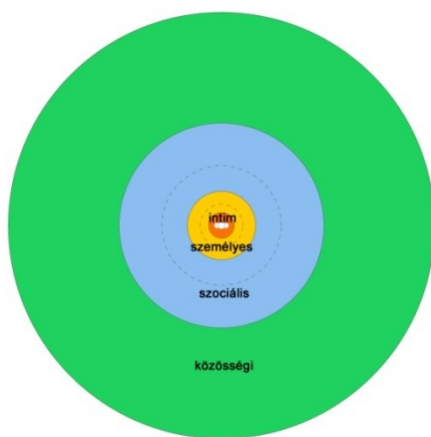
39. ábra – A személyek jellemző méretei



40. ábra – Sérült személyek jellemző méretei

### Személyi zónák

Az emberben születésünktől fogva programozva vannak különböző ösztönök, az egyik ilyen ösztön a félelemtől, sérüléstől, károsodástól való félelem, amellelt az emberi viselkedést befolyásolja, hogy valakiben megbízunk vagy kétségeket ébreszt bennünk. Ezen okok miatt fontos az embereknek a térbeli távolsága. Mi történik, ha egy elszigetelt helyiségben lévő személyt más személy megközelít? Harcol vagy menekül? [55] Az interperszonális - személyek közötti – távolságok meghatározásának fő szempontjai a látás, szaglás, hallás és érintés érzékszervek által meghatározott hét csoport. A távolsági zónákat a 41. ábra mutatja meg és a távolságokhoz tartozó emberi érzeteket a 36. táblázat mutatja [56].



41. ábra – Interperszonális távolsági zónák

távolság	Jellemzők
> 7,5 m	Közösségi távolság (távoli) Kevés érzékszerv használat; a szóbeli kommunikáció hangos, túlzó és stilizált (színházi).
3,6–7,5 m	Közösségi távolság (közeli) Szóbeli kommunikáció kevésbé hangos, kevésbé eltúlzott, mégis stilizált, általános arckifejezések láthatóak (ránc, mosoly).
2,1–3,6 m	Szociális távolság (távoli) Testápolás jellemzői már láthatóak, de még könnyű átsiklani a részleteken

1,2–,1 m	Szociális távolság (közeli) csökken a tévedés lehetősége, de a személyiség jegyek még nem érzékelhetőek.
0,75–1,2 m	Személyes távolság (távoli) Finom részletek, mint az arcszín, fogak, szemek, stb. láthatóak, alkalomszerűen testillatok érzékelhetőek, lehetséges egy személyt elérni.
0,75 m	Személyes távolság (közeli) Részletek, mint pl. a tisztaság észrevehető, testillatok és a parfümök érezhetőek, testi érintkezés elkerülhető, de könnyen lehetséges.
< 0,45 m	Intim távolság Testhangok, testillat, testhő érzékelhető, látvány torzul, nagyon nehéz elkerülni az érintkezést

36. táblázat – Az interperszonális távolságok érzékelése

Minden ember igényli a személyes teret. A személyek körüli zóna minden egyes embernél mérhető, de a zóna méretét befolyásolja az adott kultúra, kor, státusz, nem, mozgáskorlátozottság valamint befolyással bír a születés földrajzi helye [57]. Az emberi test fizikai paraméterei nagyon eltérőek. A nők általában kisebbek a férfiaknál, az ázsiai/csendes óceáni térségben születettek kisebbek, mint az európaiak. [53] Az egyén által elfoglalt terület függ, hogy milyen évszakhhoz tartozó ruhában van, és mit visz adott esetben a kezében [58].

#### *Haladási sebesség és létszámsűrűség*

A normatív számítás során a sebességet úgy kell meghatározni, hogy az „minden” személy átlagolásával jön létre (hiszen az egyenletekben nem teszünk különbséget fiatal, öreg, gyerek vagy mankós között), és a szükséges biztonsági ráhagyással működhessen. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy mindenki azzal a sebességgel tud csak haladni a valóságban, ami miatt félreérthető lehet a számítógépes modellezés során használt nagyobb megengedhető (maximális) sebesség. Ha átgondoljuk a menekülés folyamatát, az ajtók előtt várhatóan torlódás alakul ki, amely során egyre lassabb tempóval lehetne haladni. Ezt a jelenséget a kézi egyenletek során nem tudjuk máshogy figyelembe venni, mint a teljes távolságon csökkentett, mondhatjuk úgy is, hogy átlagolt sebességgel. Míg a számítógépes modellező programok esetében azok egy belső lassulási egyenlettel és szükséges esetén megállással tudják a jelenséget megjeleníteni. [59]

A maximális sebesség értékeket minden esetben csak publikált mért adatok alapján javasolt megadni.

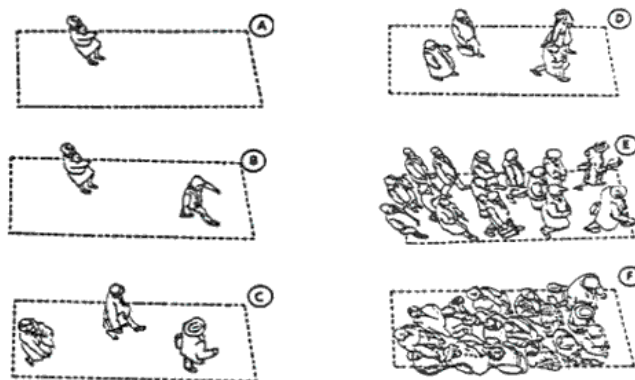
A személyeknek rendelkezésre álló terület hatással van a szabad mozgásra és az interperszonális távolságra is, amely az emberek kényelmetlenségét, nem kívánt tevékenységét pl. lökdösődést, lökést is okozhatja. Ez egy  $3,5 \text{ fő/m}^2$  feletti sűrűségű tömegben a lökdösődés nyomás hullám terjedést okoz, amely az embereket összepréseli és önakarattól független

mozgásra kényszeríti. A 37. táblázatban foglaltam össze, hogy a különböző létszámsűrűségek milyen hatással vannak az haladási sebességekre. [60]

sűrűség (fő/m <sup>2</sup> )	jellemzők
≤ 0,5	Emberek mozgása nem korlátozott, más személyek jelenléte nincs hatással a mozgásra vagy az egyhelyben tartózkodásra.
0,5 - 1	Emberek mozgása nem korlátozott, néha kitérés szükséges, más személyek jelenléte nincs hatással a mozgásra vagy az egyhelyben tartózkodásra.
1 - 2	Az egyénnek, aki gyalogol vigyáznia kell, hogy ne ütközzön más személyekkel, valamint váró személyek tudatában vannak, hogy más személyek is jelen vannak.
2 - 3	Haladás csak csoszogva lehetséges. A mozgást átlagosan a tömeg irányítja. Nincs, vagy kicsi az esélye a tömeggel szemben haladni.
≥ 3,5	A haladás szinte lehetetlen, csak akkor lehetséges a mozgás, ha a tömeg minden tagja mozog és ezáltal hely keletkezik.

37. táblázat – A létszámsűrűség hatása a haladási sebességre

A létszámsűrűség nem csak a haladási sebességet, hanem az átbocsátóképességet is befolyásolja, amelyek kihatnak a személyek komfortérzetére is. Ennek értékelésére 1971-ben Fruin dolgozott ki számszerűen is behatárolható kategóriákat [56] a közlekedési és gyalogos szolgáltatások tervezéséhez. A kidolgozott 6 kategória jellemzésére a 42. ábra szolgál és a számszerű értékeket a 38. táblázatban foglaltam össze [57].



42. ábra – A LOS kategóriák képszerű ábrázolása

LOS (level of service)	létszámsűrűség (m <sup>2</sup> /fő)	átbocsátó képesség (fő/m/perc)
A	3,2	23
B	2,3 - 3,2	23 - 33
C	1,4 - 2,3	33 - 49
D	0,9 - 1,4	49 - 66
E	0,5 - 0,9	66 - 82
F	0,5	változó

38. táblázat – A LOS kategóriákhoz tartozó számszerű értékhatárok [55]

A kategóriák lényegében azt is mutatják, hogy a személyek mennyire kerülnek egymáshoz közel, azaz egymás szociális zónáiba: a LOS A esetében a személyek szabadon választhatnak sebességet és lehetséges a manőverezés, míg a LOS F esetében gyakorlatilag nincs lényeges áramlás, többszöri megállás szükséges és a haladási sebesség kizárólag a személye előtt haladótól függ.

## 5.4.2. AZ ALKALMAZOTT SZIMULÁCIÓS PROGRAM ÉS SPECIÁLIS BEÁLLÍTÁSAI

### ▪ A PROGRAM RÖVID BEMUTATÁSA

A Pathfinder egy személy alapú kiürítési szimulátor, amely alkalmazza a személyek mozgására jellemző kikerüléssel viselkedést. A program alapvetően mozgási modellt hoz létre, azonban a rendszeres fejlesztéseknek köszönhetően bizonyos viselkedési mintákat már lehet a segítségével szimulálni a különböző időzítési és irányítási lehetőségek megfelelő alkalmazásával. A program jellemzően „csak” a terület fizikai kiüríthetőségének lehetőségét vizsgálja, amely során nem veszi figyelembe sem a füst hő és toxikus hatását, sem a pánik menekülőkre gyakorolt esetleges hatását. A legújabb fejlesztés során lehetőség nyílt más programban készített hő- és füstterjedési szimuláció eredményeinek behívására (ezt a lehetőséget azonban jelen vizsgálatomban nem alkalmazom). A szimulátor három modulból áll: grafikus felhasználói felületből, a szimulátorból és a 3D- s eredmények megjelenítőből. (A program fejlesztését az amerikai Thunderhead Engineering Consultants Ltd. végzi és licenc ellenében használható fel.)

Ezen kiürítési program futtatása két fő módszerrel vezérelhető: az SFPE kézikönyvben [35] meghatározott módszerrel és a „steering<sup>32</sup>” kikerüléssel alkalmazással. [61]

A SFPE mód, olyan áramlási modell, ahol a személyek haladási sebességét az egyes helyiségekben lévő személyek száma és sűrűsége, valamint az ajtó keresztmetszete befolyásolja. A kikerüléssel módszer az inverz kikerüléssel módszeren alapul, így ez a módszer lehetővé teszi, hogy a bonyolultabb mozgási formák a maguk valós természeti formájában jelennek meg az

<sup>32</sup>„steering”: a Pathfinder programban alkalmazott egyik szimulációs módszer megnevezése, amely során a robotikai fejlesztések során is használt legmodernebb algoritmusokat alkalmazzák.

alkalmazott algoritmusok segítségével. A kikerüléssel algoritmusok kiküszöbölik az SFPE módszer olyan „hátrányait”, mint az ajtóknál lévő „libasorban” történő haladást és a sűrűség számításra alapuló következtetéseket.

A program egy 3 dimenziós térbeli geometriai modellt alkalmaz a működése során. A geometriai modellen belül létrehoz egy navigációs hálót, amelyen a személyek mozgása ténylegesen történik (*mesh*). A navigációs háló egy speciális egyoldalúan értelmezett síkfelület, amelyet a program feloszt háromszögekre, amiket a későbbi számítások során a mozgás meghatározásához használ. A modell tér alap elemei az alábbiak: helyiség (*room*), lépcső/rámpa (*stair/ramp*), ajtó (*door*) és kijárat ajtó (*exit*).

A program lehetőséget ad a személyek válszélességének és sebességének többféle módon történő bevitelére, de rendelkezik minden értékénél alapbeállítással is. Ezen kívül a programban 5 módszerrel lehet a méreteket pontosítani (konstans, egyenletes eloszlás, standard eloszlás, logaritmikus eloszlás és egyedi megadás). Emellett néhány speciális jellemző is állítható, amelyek befolyásolják az alap adatokat a szimuláció során: összenyomhatóság értéke, komfort távolság, lassulási faktor, reakcióidő, ajtóválasztási metódus, de az alapértékektől csak indokolt esetben javasolt eltérni! A program lehetőséget ad a személyek egyedi és csoportos elhelyezésére is. Mindkét esetben beállítható az elhelyezett személyek tulajdonsága. A csoportos elhelyezésnél megadható a személyek aránya, valamint a geometriai elhelyezkedésük is (random vagy rendszerezett). A szimuláció egyik korlátja, hogy egy-egy helyiségben mennyi személy helyezhető el a kiindulási állapotkor, mivel a maximális létszámot a személyek mérete és a kívánt távolságuk határozza meg [61].

A szimuláció során a személyek alapvetően bármelyik kijáratot használhatják. Elsősorban a legrövidebb útvonalat választják, majd a körülmények változása során figyelembe veszik a várható várakozási időt is és szükséges esetben módosítják útvonalukat. Emellett lehetőség van a személyek irányítására is, amikor csak egy bizonyos kijáratot használhatnak, de ennek indokoltságát és beállításait a valós feladat ismeretében kell meghatározni.

#### ▪ ALKALMAZOTT SPECIÁLIS BEÁLLÍTÁSOK

Az alkalmazott verzió szám: Pathfinder 2018.1.1220 x64

A program több szimulációs metódus alkalmazására ad lehetőséget, amelyek közül én a 'steering' + 'collision handling'<sup>33</sup> + 'limit door flow rate'<sup>34</sup> kombinációt alkalmaztam (a hazai

---

<sup>33</sup>'collision handling': ütközés kezelés, amely során a kalkuláció során a beállított személyek az ütközések elkerülése érdekében inkább megállnak és kivárnak.



gyakorlat alapján bár a különböző metódusok eredmények közel azonosak, általában ez a kombináció mutatja a legnagyobb összesített kiürítési időt, ezért az engedélyező hatóság részéről általában ennek alkalmazása az elvárás). Ennek alapján alkalmazásra kerül az SFPE kézikönyvben [62] rögzített elméleti maximum ajtó átbocsátóképesség értéke (1,32 fő/s×m), valamint az ajtókra vonatkozó határréteg<sup>35</sup> (15 cm) értéket is.

A program háttér beállításainál alapvetően az alapértelmezett értékeket alkalmaztam, egy kivétellel. A modellben a kerekesszékekkel közlekedők esetében a személyek 'reduction factor'<sup>36</sup> értéke 1,0, mivel azok a valóságban sem „összenyomhatóak” tömeg esetében.

Mivel jelen vizsgálatomban kifejezetten a sebességek változásából fakadó eltéréseket kívántam megfigyelni, ezért a programban megtalálható egyéb késleltetési lehetőségeket nem alkalmaztam, tehát mindenki a 0. időpillanatban egy időben indul el a kijáratok irányába (függetlenül attól, hogy egy valós kiürítés esetében a személyzetnek segítenie kellene a fogyatékos személyek kiürítését).

### 5.4.3. KIINDULÁSI ALAP ADATOK

A modellezett teret a korábban leírtaknak megfelelően és 2. mellékletben látható alaprajz szerint alakítottam ki. A kiürítésre lényegében két kijáratot áll rendelkezésre, mindkettő szimmetrikus kétszárnyú kialakítású, nettó 1,80 m méretű és a kiürítés teljes folyamata során rendelkezésre állnak.

Az elhelyezett személyek az alábbi megoszlásban szerepelnek: 38 fő osztályos beteg, akik a betegszobákban, a nappaliban és a tornateremben tartózkodnak; 19 fő külsős beteg, akik az előcsarnokban és a külső tornateremben tartózkodnak; 5 fő más osztályról érkezett beteg, akik a belső tornateremben tartózkodnak; 7 fő látogató, akik a betegszobákban és a nappali térben lehetnek; 10 fő gyógytornász, akik a belső és külső tornateremben és a személyzeti helyiségekben tartózkodnak; és összesen 11 fő személyzet (recepció, nővér, orvos), akik az osztályos területen illetve a személyzeti területen tartózkodnak. Azaz a modellterben összesen 62 fő fogyatékos személy és 28 fő ép személy tartózkodik (összesen 90 fő).

---

<sup>34</sup> 'limit door flow rate': a beállítás esetén a kalkuláció során az áramlásilag kialakuló átbocsátó képesség értékét korlátozza a program az SFPE kézikönyvben meghatározott elméleti maximum értékéig.

<sup>35</sup> határréteg: SFPE kézikönyvben azon szélesség meghatározása, amely a geometriailag rendelkezésre álló nettó szélességet tovább csökkenti, annak ismeretében, hogy a személyek még menekülés során is igyekeznek a környező elemektől (fal, ajtókeret, akadályok) egy minimális távolságot tartani a súrlódások elkerülése érdekében

<sup>36</sup> 'reduction factor' értéke meghatározza, hogy a program által a szélességi méret és a beállított kívánt interperszonális távolság összegéből kialakuló helyigény milyen mértékig nyomható össze a modellterben egy tömeg kialakulása során az áramlás biztosítása érdekében

A különböző kiürítési változatok során a 39. táblázatban összefoglalt adatok alapján állítottam be a személyek szélességi és sebességi értékeit. Mindegyik kiürítési változat esetében az ép és fogyatékos személyek szélességi méreteit a 'Bodyspace' [53] könyvben publikáltak alapján határoztam meg.

Az átlagos személyek szélességi méreteit a 19-65 éves korosztályra publikált férfi és női méret alapján adtam meg, egyenletes megoszlás alkalmazásával (mivel nem tettem különbséget a nemek szerint). A magassági méreteket csak a könnyebb láthatóság érdekében állítottam be, érdemben nem befolyásolják a vizsgálatok eredményét.

személytípus meghatározása	méret			sebesség		szín
	korosztály (év)	vállméret (cm) {min, átlag, max, szórás}	magasság (cm)	korosztály (év)	sebesség (m/s) {min, átlag, max, szórás}	
átlagos személyek (nő és férfi vegyesen)						
TvMI átlag	19 - 65	39,5 - 46,5	180	-	0,67	középszürke
SFPE átlag (ép)	19 - 65	39,5 - 46,5	180	-	1,19	középkék
ép személyek						
férfi személyzet	19-65	42,0 - 46,5 - 51,0 - 2,8	180	20-60	1,50 - 1,84 - 2,17 - 0,23	sötét zöld
női személyzet	19-65	35,5 - 39,5 - 43,5 - 2,4	160	20-60	1,44 - 1,73 - 2,06 - 0,22	világos zöld
fogyatékkal élők (nő és férfi vegyesen)						
SFPE átlag (fogyatékos)	19 - 65	39,5 - 46,5	170	-	0,10 - 0,80 - 1,77 - 0,37	világoskék
kutatási eredmény átlaga	19 - 65	39,5 - 46,5	170	-	0,11 - 0,65 - 1,73 - 0,32	sötét narancssárga
kerekesszékekkel közlekedő (kutatási eredmény)	-	70/126	100	-	0,12 - 0,79 - 1,73 - 0,38	halvány sárga
1 mankó/bot (kutatási eredmény)	-	66,0	180	-	0,26 - 0,56 - 1,18 - 0,22	halvány lila
2 mankó/bot (kutatási eredmény)	-	84,0	180	-	0,18 - 0,56 - 1,12 - 0,21	sötét lila
járókeret/rollátor (kutatási eredmény)	-	80,0	180	-	0,11 - 0,34 - 1,04 - 0,20	világoskék
segédeszköz nélküli (kutatási eredmény)	19 - 65	39,5 - 46,5	180	-	0,40 - 0,82 - 1,18 - 0,22	narancssárga

39. táblázat – Az alkalmazott személyi beállítások

#### 5.4.4. A KIÜRÍTÉSI VÁLTOZATOK EREDMÉNYEI

Mivel mindegyik kiürítési változatban alkalmaztam véletlenszerűen beállítandó értékeket, ezért többszöri futtatásokat végeztem (20-20 futtatás) és azok eredményeit dolgoztam fel. Az ismételt

futtatások között az elhelyezett személyek helye nem változott (azaz azonos kiindulási pontokból indultak el), csak a méretbeli és sebességi beállítások alapján kaptak új kiinduló értékeket. (Az alábbiakban az ábrákat és értékeket az ismételt futtatások közül a legnagyobb időt mutató változatból készítettem.)

▪ **TvMI ÁLTAL MEGHATÁROZOTT ÁTLAGSEBESSÉG**

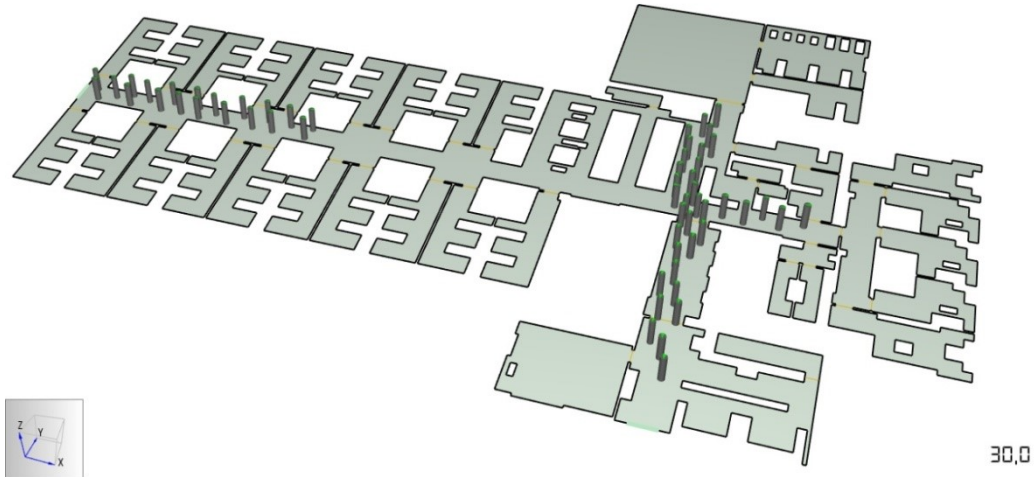
Ebben a változatban az összes elhelyezett személy a TvMI Kiürítésben meghatározott 0,67 m/s maximális sebességgel haladhat a kijáratok irányába. Az ismételt futtatások itt gyakorlatilag a személyek sebességét nem változtatták meg, csak azok méreteit.

Az végső kiürítési idő ennek megfelelően kismértékű eltérés mutatott, 78,4 s és 81,2 s között, amelyekből az átlagos kiürítési idő 79,7 s lett. A kismértékű eltérés alátámasztja azt a törekvésemet, hogy a kialakított vizsgálati helyszínen nem az ajtók átbecsátó képessége befolyásolja a kiürítési idő végét, mivel arra nagyobb hatással lenne a személyek szélességi méretének változásai.



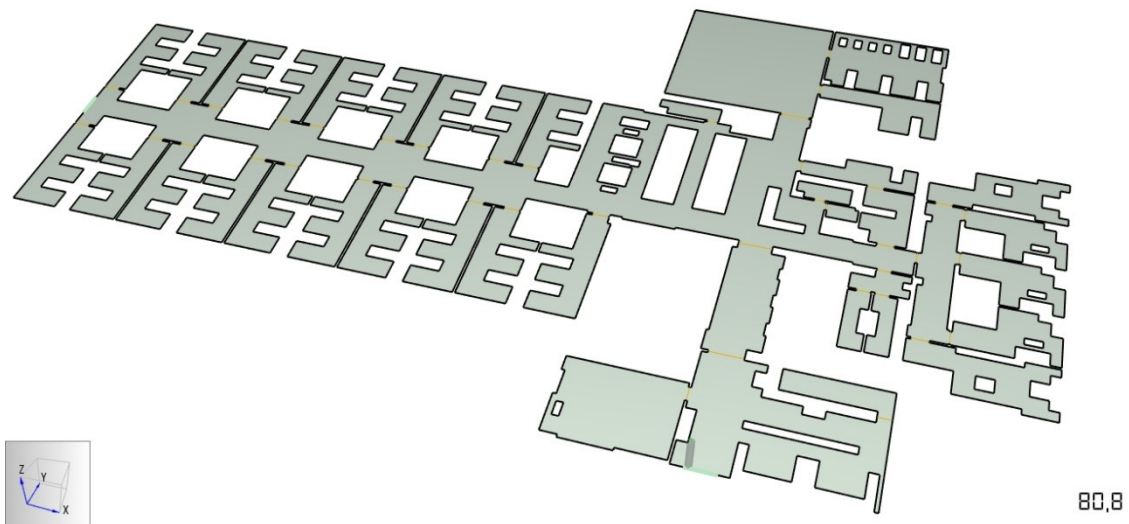
43. ábra – Kiinduló állapot (0 s)

A 43. ábra a kiindulási állapot (0 s) rögzíti. A 44. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 30 s időpillanatban. Ezen látszik, hogy eddigre már minden elhelyezett személy elhagyta a kiindulási helyiséget és a kiürítés már csak a közlekedő területeken zajlik. A 60 s időpontra már csak a lépcső előterében és az előcsarnokban tartózkodnak menekülő személyek.



44. ábra – Kiürítés menete (30 s)

A 45. ábra a kiürítés végét mutatja, amely a főbejáraton keresztül fejeződik be a 81 s időpillanatban. Ez kevesebb, mint az ugyanilyen kiinduló sebesség értéket használó TvMI számítás szerinti 93 s időtartam. Ennek magyarázata lehet, hogy a modellezés során más sűrűségi határszámoknál következik be sebesség csökkenés, mint a kézi számítás esetében. A kiürítés egyenletes ütemben zajlik, az átlagos sebességgel haladó személyek szépen egymást követően távoznak a területről, feltorlódás sehol nem alakul ki.

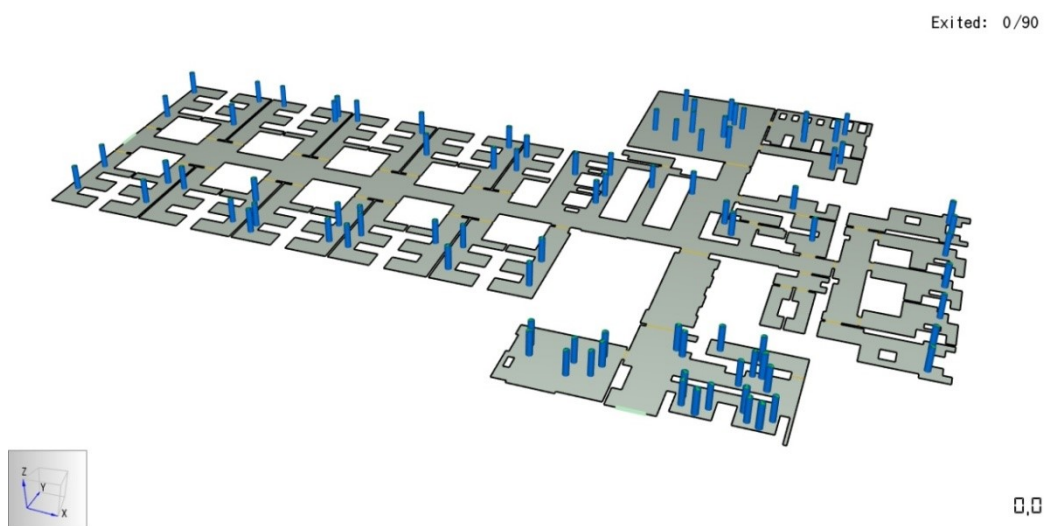


45. ábra – Kiürítés vége a főbejáraton keresztül (81 s)

- SFPE ÁLTAL MEGHATÁROZOTT (ÉP) ÁTLAGSEBESSÉG

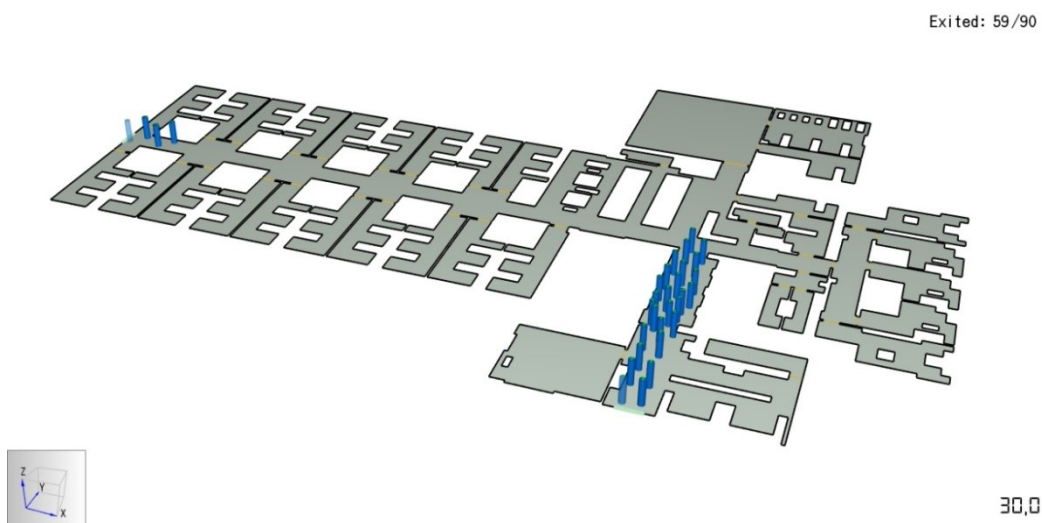
Ebben a változatban az összes elhelyezett személy az SFPE kézikönyvben [35] meghatározott 1,19 m/s maximális sebességgel haladhat a kijáratok irányába. Az ismételt futtatások itt gyakorlatilag a személyek sebességét nem változtatták meg, csak azok méreteit.

A végső kiürítési idő ennek megfelelően kismértékű eltérés mutatott, 47,1 s és 48,9 s között, amelyekből az átlagos kiürítési idő 47,8 s lett. Az előzőhöz képest rövidebb kiürítési időket a nagyobb megadott sebesség indokol (nagyjából +44%), amely miatt az átlag eltérése -40% lett.



46. ábra – Kiinduló állapot (0 s)

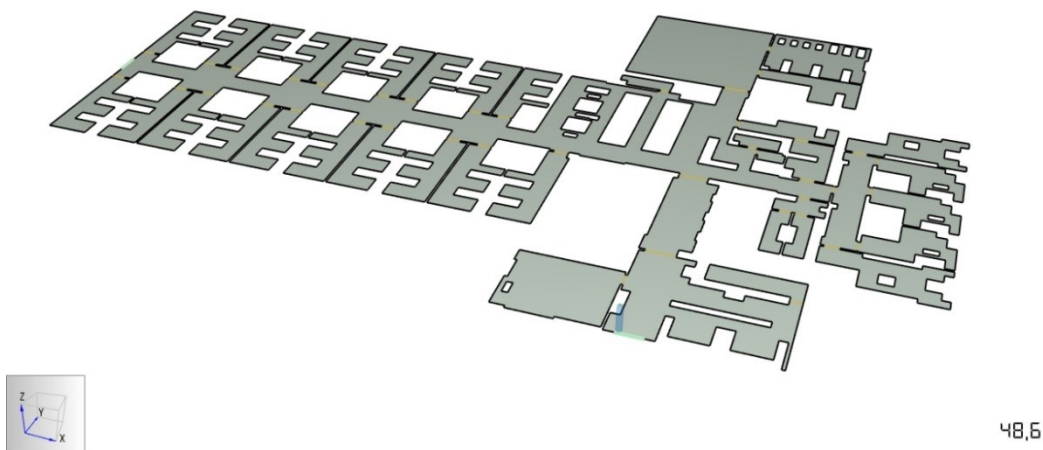
A 46. ábra a kiindulási állapot (0 s) rögzíti. A 47. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 30 s időpillanatban. Addigra a folyosó végén már csak pár személy tartózkodik. A főbejárat irányába pedig már csak a lift előtérben és az előcsarnokban haladnak a menekülők. Az előbbi változathoz képest gyorsabb kiürítési menet a nagyobb kiindulási sebesség eredménye.



47. ábra – Kiürítés menete (30 s)

A 48. ábra a kiürítés végét mutatja be a 49 s időpillanatban, amely a főbejáraton keresztül fejeződik be. Ez lényegesen kevesebb, mint a TvMI számítás szerinti 93 s időtartam. A kiürítés egyenletes ütemben zajlik, az átlagos sebességgel haladó személyek szépen egymást követően távoznak a területről, az előzetes várakozásnak megfelelően feltorlódás sehol nem alakul ki.

Exited: 89/90



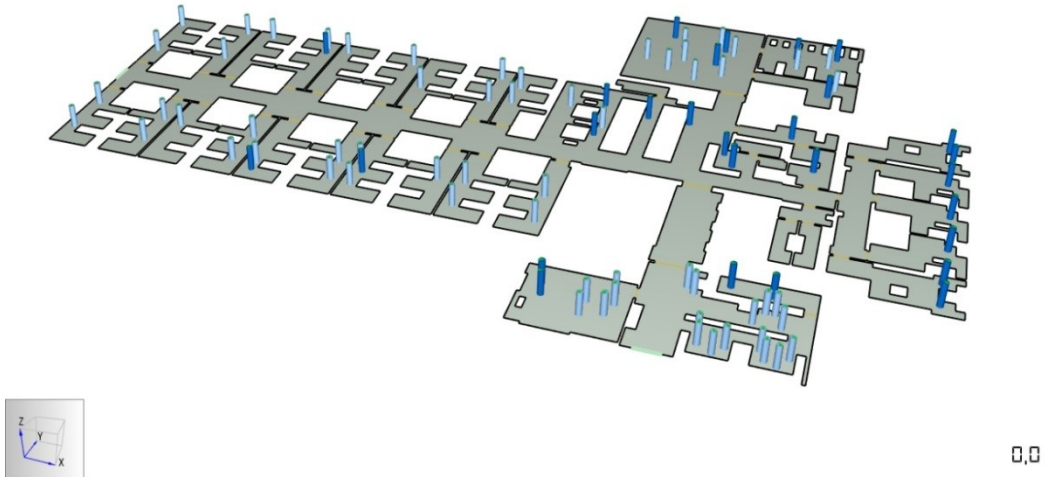
48. ábra – Kiürítés vége a főbejáraton keresztül (~49 s)

#### ▪ SFPE ÁLTAL MEGHATÁROZOTT ÉP ÉS FOGYATÉKOS ÁTLAGSEBESSÉG

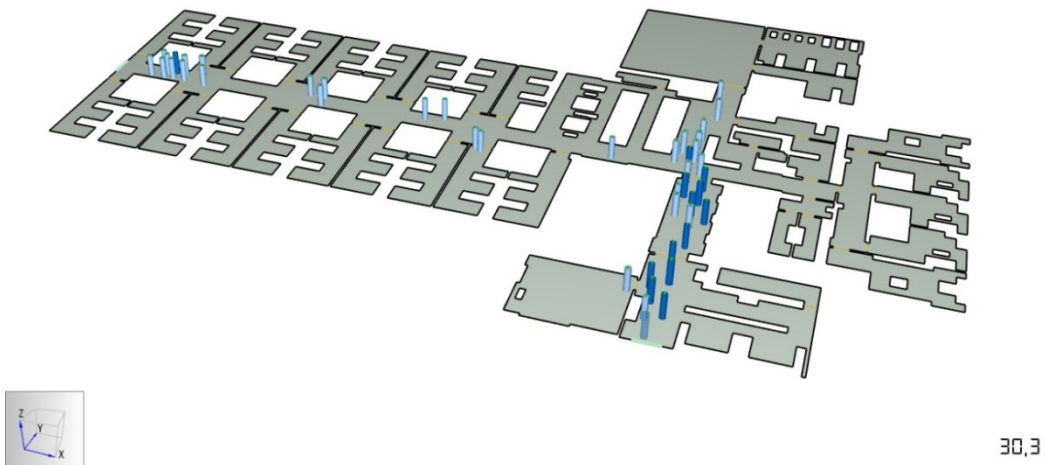
Ebben a változatban az elhelyezett ép személyek esetében az SFPE kézikönyvben [35] meghatározott 1,19 m/s maximális sebességgel haladhat, míg a fogyatékos személyek az ugyanitt publikált – normál eloszlással kiegészítve megadott - 0,80 m/s maximális sebességgel haladhatnak a kijáratok irányába. Az ismételt futtatások itt az ép személyeknél a személyek sebességét nem változtatták meg, azonban a fogyatékos személyeknél a normál eloszlási függvénynek megfelelően változtak a sebesség értékek is véletlenszerűen.

A végső kiürítési idők ennek megfelelően elég nagyméretű eltérést mutattak, 82,4 s és 321,9 s között, amelyekből az átlagos kiürítési idő 167,3 s lett. A nagyobb eltérést az okozhatja, hogy a fogyatékos személyek esetében nem csak egyszerű átlag került meghatározásra, hanem a normális eloszlás alapján a minimális és maximális értékek között jelentős eltérés figyelhető meg. Így amennyiben a szimulációban véletlenszerűen kapott sebesség érték inkább a minimumot közelíti meg, akkor az adott esetben jelentősen ronthatja a végső kiürítési időt.

A 49. ábra a kiindulási állapot (0 s) rögzíti. Az 50. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 30 s időpillanatban, amelyen látszik, hogy néhány betegszoba esetében még bent tartózkodnak a fogyatékos személyek.



49. ábra – Kiinduló állapot (0 s)



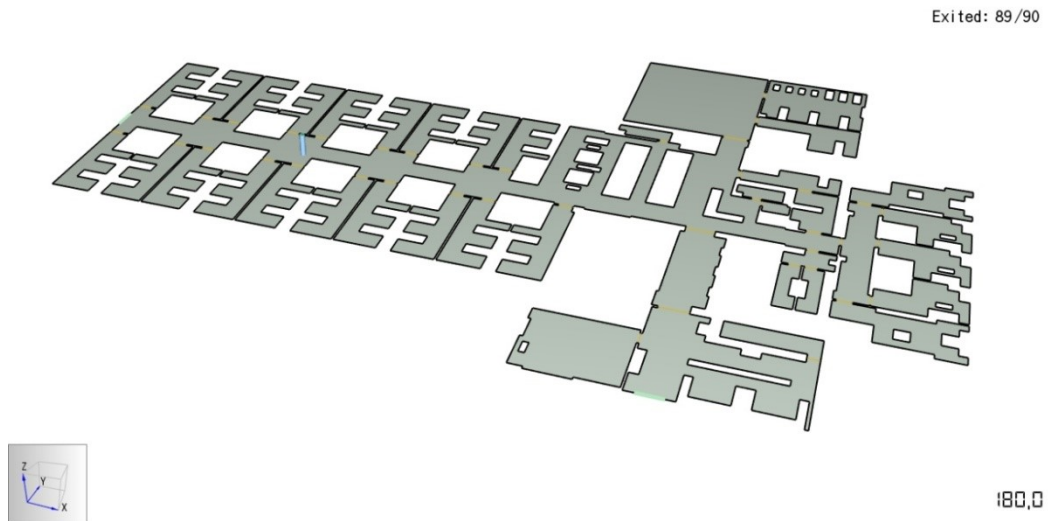
50. ábra – Kiürítés menete (30 s)

A 60 s időpillanatban már a folyosón csak pár fogyatékos személy halad a hátsó kijárat felé, amiből azonban látszik, hogy a részükre beállított lassabb átlagsebesség ténylegesen befolyásolja a kiürítés menetét. Emellett a főbejárat irányában is még az előcsarnok és a lépcsőházi előtér mellett a nappaliban is tartózkodik személye. Azonban megfigyelhető, hogy azonos időponthoz képest összesen kevesebb személy tartózkodik bent, azaz a kiürítés menetében egy széthúzóadás figyelhető meg: a gyorsabban haladók megelőzték a lassabban haladókat. A 90 s időpillanatban a folyosón még mindig haladnak a leghaladók, pedig a távolságon túl semmi nem akadályozza őket.

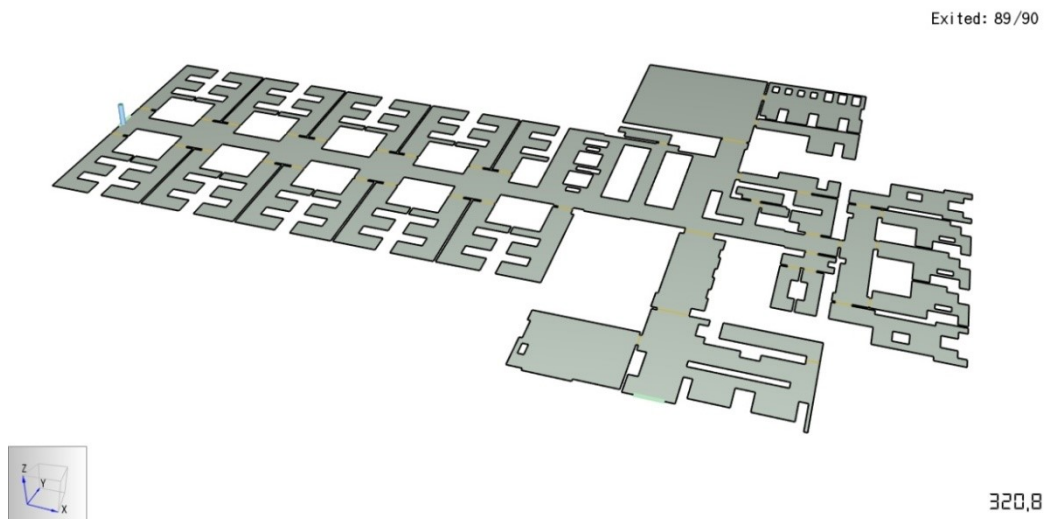
Az 51. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 180 s időpillanatban, amikor lényegében már csak egyetlenegy személy halad a hátsó kijárat irányába. A modellben visszaellenőrizve az ő

véletlenszerűen kapott személyes sebessége 0,11 m/s, amely bár elég ritkán (a normális eloszlási görbének megfelelő gyakorisággal), de mégis előfordulhat.

Az 52. ábra a kiürítés végét mutatja be a 321 s időpillanatban, amikor a leglassabb személy is távozik a hátsó bejáraton keresztül.



51. ábra – Kiürítés menete (180 s)



52. ábra – Kiürítés vége a hátsó kijáraton keresztül (~321 s)

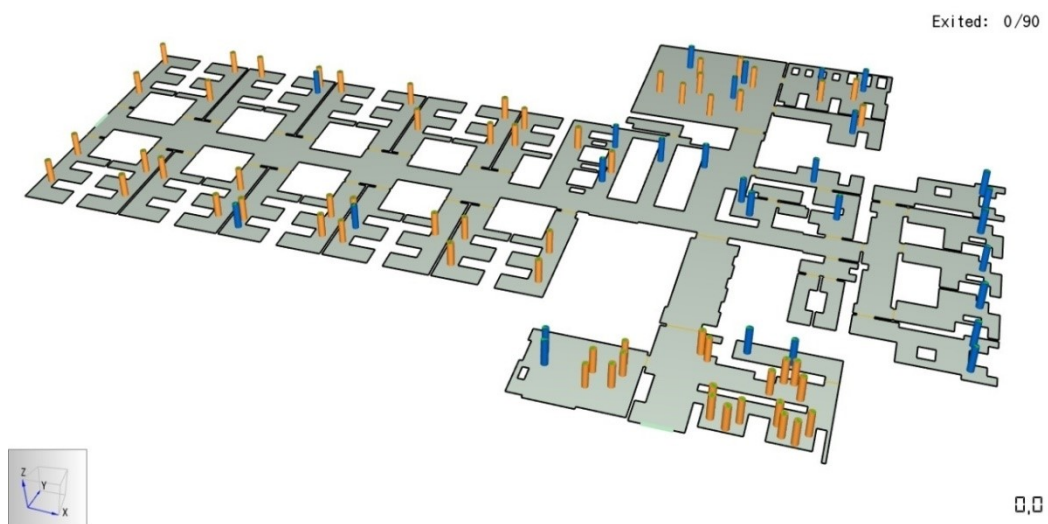
#### ▪ KUTATÁSI EREDMÉNYEM FOGYATÉKOS ÁTLAGSEBESSÉGE

Ebben a változatban az elhelyezett ép személyek esetében az SFPE kézikönyvben [35] meghatározott 1,19 m/s maximális sebességgel haladhat, míg a fogyatékos személyek a kutatási eredményem szerinti – normál eloszlással kiegészítve megadott - 0,65 m/s maximális sebességgel haladhatnak a kijáratok irányába. Az ismételt futtatások itt az ép személyeknél a személyek sebességét nem változtatták meg, azonban a fogyatékos személyeknél a normál eloszlási függvénynek megfelelően változtak a sebesség értékek is véletlenszerűen.



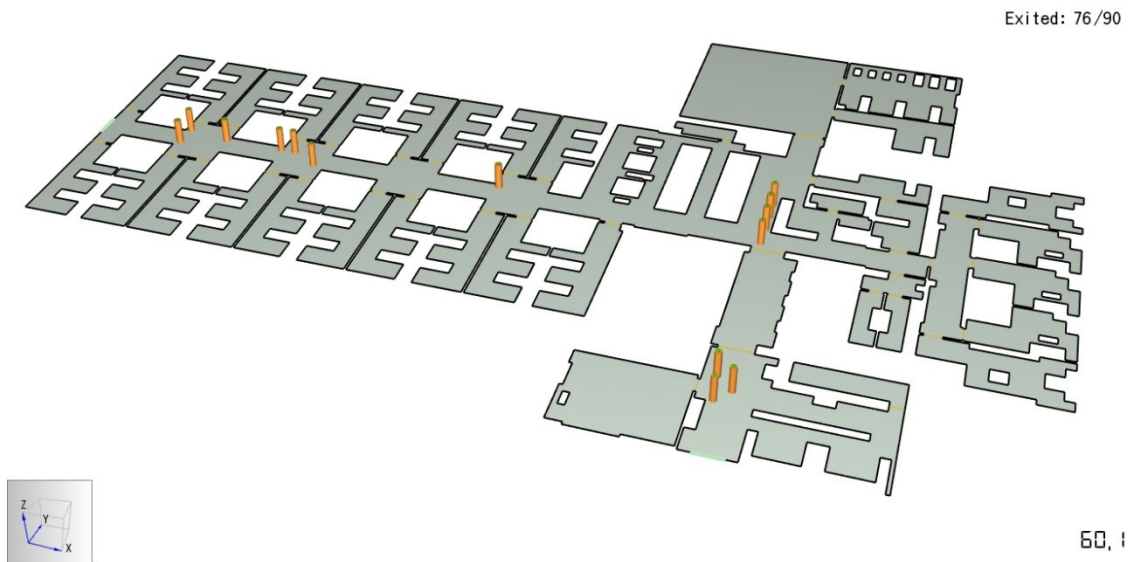
Az végső kiürítési idő ennek megfelelően elég nagyméretű eltérést mutattak, 117,3 s és 258,9 s között, amelyekből az átlagos kiürítési idő 183,9 s lett. A nagyobb eltérést az okozhatja, hogy a fogyatékos személyek esetében nem csak egyszerű átlag került meghatározásra, hanem a normális eloszlás alapján a minimális és maximális értékek között jelentős eltérés figyelhető meg. Így amennyiben a szimulációban véletlenszerűen kapott sebesség érték inkább a minimumot közelíti meg, akkor az adott esetben jelentősen ronthatja a végső kiürítési időt. A fogyatékos személyek esetére megadott, SFPE publikált értéknél kisebb átlag eredményezheti, hogy a futtatások átlagos ideje kismértékben több, mint az előző változatnál.

Az 53. ábra a kiindulási állapot (0 s) rögzíti. A 30 s időpillanatban, amelyen látszik, hogy néhány betegszoba és a tornaterem esetében még bent tartózkodnak a fogyatékos személyek.



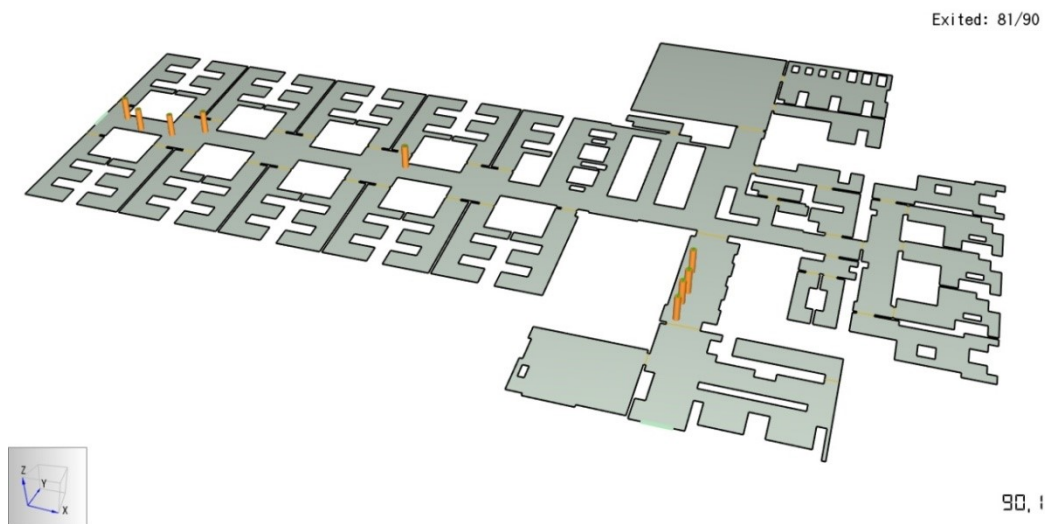
53. ábra – Kiinduló állapot (0 s)

Az 54. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 60 s időpillanatban. Ekkora már a folyosón csak pár fogyatékos személy halad a hátsó kijárat felé, amiből azonban látszik, hogy a részükre beállított még lassabb átlagsebesség ténylegesen befolyásolja a kiürítés menetét. Emellett a főbejárat irányában is még az előcsarnok mellett a nappaliban is tartózkodnak személyek. Azonban megfigyelhető, hogy azonos időponthoz képest összesen sokkal kevesebb személy tartózkodik bent, azaz a kiürítés menetében erős széthúzó hatás figyelhető meg: a gyorsabban haladók megelőzték a lassabban haladókat.



54. ábra – Kiürítés menete (60 s)

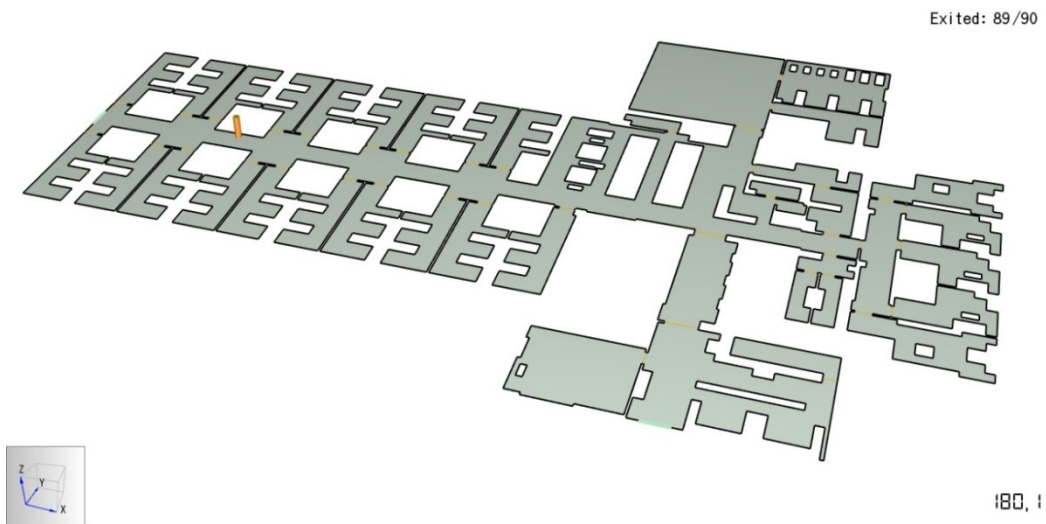
Az 55. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 90 s, ekkor a folyosón még mindig haladnak a leglassabb személyek, és az előcsarnok irányába is még néhányan haladnak.



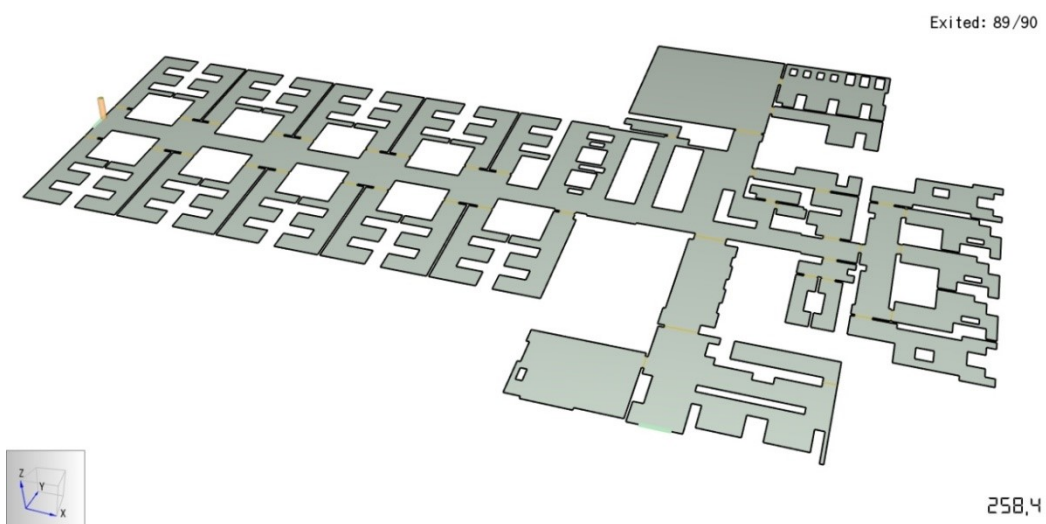
55. ábra – Kiürítés menete (90 s)

Az 56. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 180 s időpillanatban, amikor lényegében már csak egy személy halad a hátsó kijárat irányába. A modellben visszaellenőrizve az ő véletlenszerűen kapott személyes sebessége 0,23 m/s, amely a normális eloszlási görbének megfelelő gyakorisággal előfordulhat.

Az 57. ábra a kiürítés végét mutatja be a 259 s időpillanatban, amikor a leglassabb személy is távozik a hátsó bejáraton keresztül.



56. ábra – Kiürítés menete (180 s)



57. ábra – Kiürítés vége a hátsó kijáraton keresztül (~259 s)

▪ **KUTATÁS EREDMÉNYEM ALAPJÁN CSOPORTOKRA ALKALMAZOTT SEBESSÉGEK**

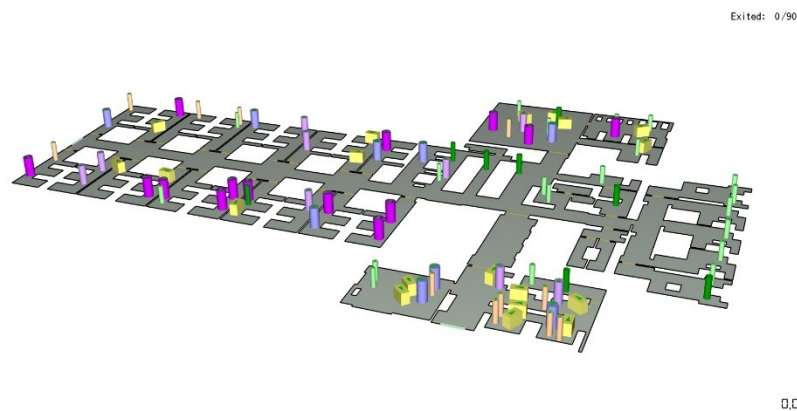
Ebben a változatban az elhelyezett ép személyek esetében a Pedestrian Dynamics kézikönyvben [29] meghatározott, korosztályra és nemre vonatkozó maximális sebességgel haladhatnak, amelyeket normál eloszlási görbével rögzítettem a programban. A fogyatékos személyek esetében a kutatási eredményeim alapján, egy feltételezett segédeszköz használati megoszlásban, normál eloszlási görbével megadott maximális sebességgel haladhatnak a kijáratok irányába. Az ismételt futtatások itt az ép és a fogyatékos személyeknél is a normál eloszlási függvénynek megfelelően változtak a sebesség értékek is véletlenszerűen.

Az elhelyezett személyek nemi megoszlása csak ebben a kiürítési változatban volt kérdés, amelynél az orvosi és gyógytornász személyzet esetében 20% férfit és 80% nőt vettem figyelembe, míg a látogatók esetében 50% férfit és 50% nőt.

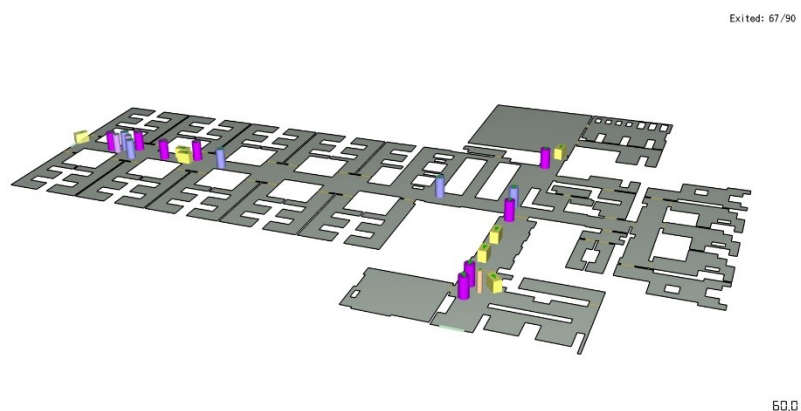
Szintén ebben a változatban kerültek megadásra a különböző sérülési csoportok szerint megosztás, amelynél - egyéb publikált adat hiányában - a kutatásom során tapasztalt megoszlást vettem figyelembe: kerekesszékes 31%, 1 mankót/botot használók 15%, 2 mankót/botot használók 22%, járókeretet/rollátort használók 14% és segédeszköz nélkül közlekedők 18% arányban kerültek a modell térben elhelyezésre.

A végső kiürítési idők ennek megfelelően elég nagymértékű eltérést mutattak, 111,8 s és 268,3 s között, amelyekből az átlagos kiürítési idő 187,1 s lett. A nagyobb eltérést az okozhatja, hogy a fogyatékos személyek esetében nem csak egyszerű átlag került meghatározásra, hanem a normális eloszlás alapján a minimális és maximális értékek között jelentős eltérés figyelhető meg.

Az 58. ábra a kiindulási állapot (0 s) rögzíti, ahol a különböző csoportokba tartozóakat eltérő színekkel ábrázoltam. A 30 s időpillanatban a betegszobákból már kimentek a személyek, de a tornateremben még tartózkodnak páran.

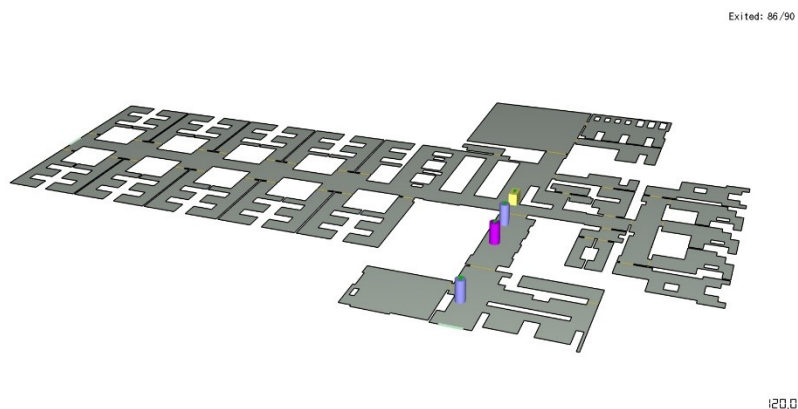


58. ábra – Kiinduló állapot (0 s)



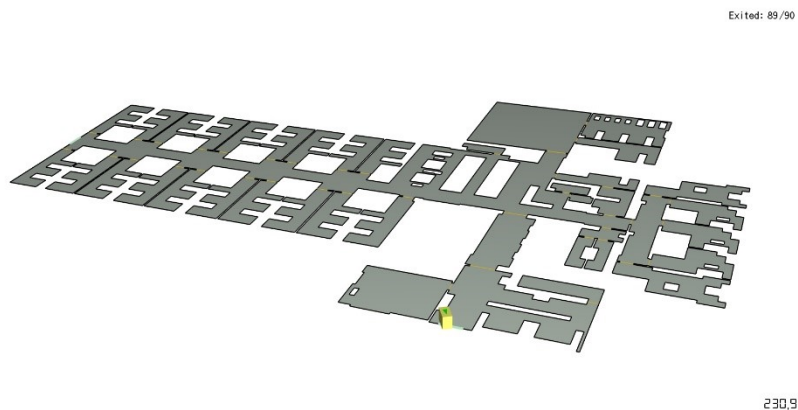
59. ábra – Kiürítés menete (60 s)

Az 59. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 60 s időpillanatban, amikor már csak páran mennek a folyosón és a nappaliban. A 90 s időpillanatban már csak a főbejárat irányába haladnak kerekesszékekkel, járókerettel és 2 mankóval.



60. ábra – Kiürítés menete (120 s)

A 60. ábra a kiürítés menetét mutatja be a 120 s időpillanatban még 4 fő menekül a főbejárat irányába. A modellben visszaellenőrizve a legutolsó menekülő véletlenszerűen kapott személyes sebessége 0,13 m/s, amely a normális eloszlási görbének megfelelő gyakorisággal előfordulhat.



61. ábra – Kiürítés vége a főbejáraton keresztül (~231 s)

A 61. ábra a kiürítés végét mutatja be a 231 s időpillanatban, amikor a főbejáraton keresztül távozik az utolsó személy. Ez lényegesen több, mint a TvMI számítás szerinti 93,6 s időtartam.

#### 5.4.5. A KIÜRÍTÉSI VÁLTOZATOK EREDMÉNYEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A különböző kiürítési változatok többszöri futtatásából kapott eredményeket a 40 táblázatban foglaltam össze. A futtatási eredmények alapján elvégeztem a szimulációs futtatásokra vonatkozóan a konfidencia intervallum becslését (normál eloszlás, 95% biztonsági szintre), amelynek eredményét szintén a táblázatban rögzítettem.

	teljes kiürítési idő (s)	A változat	B változat	C változat	D változat	E változat
szimulációs értékek	átlag	79,7	47,8	167,3	183,9	187,1
	szórás	0,90	0,40	61,7	43,5	47,3
	min	78,4	47,1	82,4	117,3	111,8
	max	81,2	48,9	321,9	258,9	268,3
	módusz	78,4	47,5	-	-	-
	medián	79,6	47,7	165,7	188,9	198,4
intervallum becslés	alsó határ	79,3	47,6	140,2	164,8	166,3
	felső határ	80,1	48,0	194,3	203,0	207,8

40. táblázat – Szimulációs eredmények

Az A és B változat esetében a beállításokban nem tettem különbséget az ép és fogyatékos személyek között, amely felfogás megfelel a ma hatályos jogszabályi előírásoknak. A két értéksor közötti különbség a beállított maximális sebesség különbségéből adódik. Érdekes megfigyelés, hogy a beállított átlagsebességek között (0,67 m/s és 1,19 m/s) nagyjából ~55% növekedés figyelhető meg, míg a kapott átlagos kiürítési idő között (79,7 s és 47,8 s) nagyjából ~40% csökkenés történt.

A C és D változat esetében a beállításokban már különbséget tettem az ép és fogyatékos személyek között. Az ép személyekre vonatkozóan a két esetben azonos beállítást alkalmaztam, de a fogyatékos személyek beállításánál az egyikben az SFPE publikációban szereplő értékek, a másikban pedig a saját kutatásom értékei szerepelnek (normál eloszlás megadásával). A két eredmény sor között kismértékű növekedés észlelhető, amely a két sebesség eloszlás különbségéből adódik. Érdekes megfigyelés, hogy a beállított átlagsebességek között (0,80 m/s és 0,65 m/s) nagyjából ~20% csökkenés figyelhető meg, míg a kapott átlagos kiürítési idő között (167,3 s és 183,9 s) nagyjából ~10% növekedés történt.

Az E változat esetében a beállításokban szintén különbséget tettem az ép és fogyatékos személyek között. Az ép személyekre vonatkozó adatokban már nem átlagos értékeket alkalmaztam, hanem korosztályi és nemi megoszlás alapján beállított értékeket, normális eloszlás megadásával. A fogyatékos személyek esetében sem átlagos értékeket alkalmaztam, hanem a segédeszköz használat függvényében mért kutatási eredményeimet, normális eloszlás megadásával.

Véleményem szerint bár az E változat adatmegadása tartalmazza a lehető legpontosabban a tudományos eredményeket, az átlagos sebesség értékek alkalmazásához képest csak minimális kiürítési idő növekedés történt. A valóság becslése során az átlagban és a felső határban is megfigyelhető 3-4 s eltérés a biztonsági tartalékok miatt nem okozhat lényeges tüzmelőzési kockázatot.

A százalékos eltérésekből azt a következtetés vonom le, hogy a maximális sebesség változásától nem egyenes arányban függ a kiürítési idő változása a szimulációs ellenőrzések során.

## 5.5. ÖSSZEGZÉS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Vizsgálataim során kimutattam, hogy a leíró jellegű szabályozásban alkalmazott egyenletekkel számított kiürítési idő gyakorlatilag egyik menekülés szimulációs ellenőrzés idejével sem azonos adott geometria vizsgálat esetén.

A TvMI egyenleteinek használatával csak az abban meghatározott sebesség értéket használtam fel. Ennek oka, hogy az ott megadott 0,67 m/s átlagsebesség értékhez képest az általam mért fogyatékos átlagsebesség 0,65 m/s értéke minimális eltérést mutat csak.

Az A szimulációs változatban a kézi egyenleteknél alkalmazott sebességet alkalmaztam, amellyel így összehasonlítható volt a kétféle módszer közötti különbség azonos bemeneti paraméterek mellett. A szimulációval kapott 79,7 s kicsit kevesebb lett a számítással kapott 93 s időnél, amely eltérés ~15% csökkenést jelent. Mivel a modellben nem alakult ki feltorlódás, így ezt a modellezés másképp számított sebesség csökkenés módszere okozta.

A szimulációs változatok esetében a jogszabályi átlagot használó és a modellezésnél használt ép és fogyatékos személyeket megkülönböztető kiürítési változat esetében (A és D változat) a kiürítési idő átlaga 79,7 s és 183,9 s időre nőtt, amely több, mint 2-szeres növekedést jelent. Amilyen mértékű eltérés már indokolja, hogy a kérdéssel foglalkozzunk, mivel befolyásolhatja a biztonságos épülethasználatot.

Ennek megfelelően javaslom a megelőző tűzvédelem kiürítés tervezése és ellenőrzése során az eltérő menekülési képességű személyek esetében alkalmazni az ép személyekétől eltérő haladási sebességeket.

Mivel a jelenlegi hazai szabályozásban csak a speciális rendeltetésű épületek esetére vannak különleges tűzvédelmi előírások, ezért ennek tényleges alkalmazása valószínűleg csak itt megoldható a jogi szabályozási szint megtartása mellett, azonban ténylegesen csak ilyen funkciók esetében okozhat nagy eltérést a kiürítési időben. Emellett a hatályos hazai szabályozásban ennek csak a szimuláció készítés esetében látom tényleges értelmét, a kézi módszernél amúgy is alkalmazott alacsony átlagsebesség értéke miatt.

# 6. ÖSSZEGZETT KÖVETKEZTETÉSEK

## 6.1. A KUTATÁSI TEVÉKENYSÉG ÖSSZEGZÉSE

Kutatásom széleskörűen áttekinttem a hazai szabályozásokat, a fogyatékos személyekre vonatkozó hazai és a nemzetközi irodalmat, elsősorban a menekülési képesség szempontjából. Ezekből kiderült, hogy bár általánosságban már előfordulnak javaslatok ezzel kapcsolatosan, de konkrét ellenőrzési lehetőségek és számszerű értékek tekintetében nagyon kevés a fellelhető információ.

Ezt felismerve haladási sebesség mérést végeztem kórházi rehabilitációs osztályokon, amelyhez egy mérési módszert dolgoztam ki. Összesen 17 alkalommal jártam az osztályokon és végül összesen 285 fő részvételével sikerült méréseket végezni. A mért haladási sebességeket statisztikai módszerekkel dolgoztam fel és értékeltem ki. Az eredményeket összehasonlítottam a nemzetközi irodalomban publikált értékekkel, amik az eltérések kimutatása miatt új kutatási eredményt jelentenek. Az értékelésem során az előzetes feltételezéseim egy része beigazolódott, másik része azonban nem.

Ezt követően gyakorlati alkalmazásban használtam fel a mérés során kapott eredményeimet, azt vizsgálva, hogy a jelenlegi magyarországi jogszabályi környezetben, a tervezési időszakban alkalmazott kiürítés ellenőrzés során milyen és mekkora eltéréseket okoz a mozgási fogyatékkal rendelkező személyek eltérő vizsgálata.

Végül a kutatási munkám különböző fázisait és eredményeit jelen dolgozatban foglaltam össze.

## 6.2. TÉZISEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A kutatásom során többféle kérdéskörre kerestem válaszokat, amelyeket 3 nagy csoportba soroltam. Az első részben irodalomkutatásom alapján kerestem információkat a témával kapcsolatban, a második részben saját kutatást végeztem és dolgoztam fel, míg a harmadik részben a gyakorlati alkalmazhatóságot vizsgáltam meg.

Az irodalomkutatás és feldolgozás során arra a megállapításra jutottam, hogy a fogyatékos személyek menekülésével, illetve annak tervezésével kapcsolatosan nagyon kevés adat áll rendelkezésre. Nemzetközi szinten inkább csak általános javaslatok állnak rendelkezésre, amelyek elősegíthetik a fogyatékkal élő személyek menekülését. Ezek azonban jellemzően nem konkrét műszaki megoldások, amiket a tervezés során is hasznosítani lehetne. Magyarországon is



nagyjából 2002 óta foglalkozik a szabályozás külön ezzel a kérdéssel, de inkább csak az általános jogok és kötelezettségek szintén.

Magyarországon a korábbi és a hatályos jogszabályok szerint a tervezési folyamatban a kiürítés ellenőrzése matematikai egyenletekkel vagy számítógépes menekülési szimulációval lehetséges. Ehhez azonban számszerű haladási sebesség értékekre lenne szükség, amelyek fogyatékos személyek esetére nagyon kis számban kerültek publikálásra. A nemzetközileg használt értékek korábban gyakorlatilag 1 mérésre alapozva jelentek meg, amely a mérési számok alapján nem minden esetben nyújt általánosan megítélhető haladási sebesség értéket. (A 2016. évben kiadott SFPE kézikönyvben már megjelent több kutatási eredmény is, amely a téma aktualitását is mutatja nemzetközi szinten, de ezek mérési száma meg sem közelíti Boyce [32] eredeti méréseit vagy az én mérési sorozatom mérési számát.) A hazai irodalomban is csak 1 mérés jelent meg, amely publikálása során több lényeges információ hiányzik, ezért ennek eredménye sem tekinthető általánosnak.

A feldolgozás során megállapítottam, hogy statisztikailag feldolgozott mérési eredmények, a fogyatékos személyek haladási sebességeinek pontos meghatározása egy hiányzó tűzvédelmi tervezési területet tudna pótolni.

Az hazai tűzvédelmi szabályozás fő elemének tekinthető OTSZ-ben szerepelnek a menekülési képességre vonatkozó besorolások és ebből következő speciális követelmények. Azonban a részletesebb áttekintés után úgy tűnik, hogy a menekülési képesség jogszabályban rögzített tűzvédelmi besorolása során csak korlátozottan vették figyelembe a fogyatékoságok orvosi besorolását. A leírt rendszerben egy fogyatékosággal élő személy akár több tűzvédelmi kategóriába is eshet, amely tény nehezíti a ténylegesen jó menekülési stratégia<sup>37</sup> kidolgozását. Például egy tartósan mankóval közlekedő, felnőtt korú személy a meghatározások alapján önálló menekülésre képes, semmi nem korlátozza, azonban a személyes tapasztalatom az, hogy ez mégsem fedi teljesen a valóságot. Emellett a szabályozásban, még megjegyzésként sem jelenik meg az a tény, hogy bizonyos fogyatékos állapotok akár időszakosan is fennállhatnak. Például egy-egy műtét után a gyógyulási időszakban más menekülési képességgel rendelkezhetnek az amúgy ép személyek is.

A fogyatékoságok leírásából és összehasonlításából azt a következtetést vontam le, hogy nem minden fogyatékoság befolyásolja a mozgási képességeket, ennek értelmében a kiürítés tervezése során szükséges figyelemmel követni, hogy a különböző típusú sérülések milyen hatást

---

<sup>37</sup> menekülési stratégia: egy építmény kiürítési stratégiáját az adott rendeltetés és kialakítás ismeretében kell meghatározni, amelyre példákat sorol fel a TvMI Kiürítés A melléklete.

gyakorolnak a kiürítés folyamatára. A kiürítés menete során a mozgást, ezen belül a mozgás sebességét, várhatóan leginkább a mozgásszervi fogyatékoság (mind állandó, mind ideiglenes), valamint a súlyos látási fogyatékoság befolyásolja érdemben.

Arra a megállapításra jutottam, hogy a fogyatékos személyek menekülésének tervezése a jelenlegi hazai szabályozásban nem a tényleges menekülési képességeknek felelnek meg mindenben, így a speciális igények is nehezebben határozhatóak meg. Ezért a jogszabályi és rendeleti fogalmak kiegészítését és pontosítását tartom szükségesnek mind a "menekülésben korlátozott személy", mind az "önállóan menekülésre képes személy" kategóriájában (8 ábra).

Az "önállóan menekülésre képes személy" kategóriát javaslom megosztani ép személyekre és olyan mozgásszervi fogyatékos személyekre, akik a szintek között önállóan közlekedni képesek (csak lassabban). A "menekülésben korlátozott személy" kategórián belül jelenleg is meglévő segítséggel menekülő személy kategóriáját javaslom kibővíteni a mostani fizikai segítséggel vagy irányítással menekülő ép személyek mellett a súlyos látásszervi fogyatékos személyek, és szintek között önálló közlekedésre nem képes mozgásszervi fogyatékos személyek csoportjával.

A kiegészített csoportosításom alapján a tűzvédelmi kategóriákba megfelelően beilleszthetőek lesznek a különböző fogyatékosággal élő személyek is, a tényleges menekülési képességüknek megfelelően.

Az irodalom-kutatás, a saját szakmai és egyéni tapasztalataim, valamint méréseim alapján a mozgásukban korlátozott személyek menekülési képességét befolyásolja a sérülésük és annak mértéke, ami miatt megváltozik a lehetséges mozgási sebességük. Ennek számszerűsíthető mértékére vonatkozóan azonban nem találtam publikált eredményeket és összehasonlításokat.

**1. tézis - Az elvégzett méréseim feldolgozása során statisztikai próbákkal is igazoltam, hogy az ép és mozgási fogyatékosággal rendelkező személyek várható átlagos haladási sebessége lényegesen eltér egymástól. A tervezési feladatok segítése érdekében az eltérés számszerűsítettem és a változás arányát is meghatároztam.**

**Az ép személyek (15 évtől 70 év feletti korosztályig) publikált haladási sebességének átlaga 1,66 m/s volt, míg az általam mért, mozgásukban korlátozott személyek (15 évtől 65 év feletti korosztály teljes csoportja) haladási sebességének átlaga csak 0,65 m/s volt. A két érték között közel 60%-os csökkenés figyelhető meg.**

Az irodalomkutatásom alapján a mozgásukban korlátozott személyek sebességét befolyásolja az általuk használt segédeszköz fajtája, mivel egy-egy segédeszközt eltérő súlyosságú esetekben alkalmaznak, és más járastechnikát igényelnek.

Ennek alátámasztása érdekében a mérések során felvett adatok alapján a segédeszköz fajtája szerinti csoportokat alakítottam ki és a csoportok adatait külön elemeztem. Az elemzés során igazoltam, hogy a különböző csoportok várható átlagos haladási sebességei jellemzően eltérnek egymástól. Azaz más-más sebességgel képesek haladni a kerekesszéket használók, a botot vagy mankót használók, a járókeretet/rollátort használók, és az olyan sérült személyek, akik segédeszköz nélkül közlekednek. Egy-egy csoporton belül természetesen eltérések tapasztalhatók az egyes személyek között, a minimum és a maximum értékek is széles skálán mozogtak, azonban a feldolgozás és alkalmazás során az átlagos értékek lehetnek a meghatározóak.

**2. tézis - A saját méréseim alapján arra a megállapításra jutottam, hogy a mozgásukban korlátozott személyek várható sebességét ténylegesen befolyásolja az általuk használt segédeszköz fajtája. A számításaim során az átlagos haladási sebesség értékek alapján az alábbi sorrend mutatható ki: a járókeretet/rollátort használók tudnak a leglassabban haladni (0,34 m/s), őket követik a mankót/botot használók (0,56 m/s), a kerekesszékesekkel közlekedők (0,79 m/s) és leggyorsabban a segédeszköz nélkül közlekedők (0,82 m/s) haladnak.**

Az irodalomkutatásom alapján az ép személyek esetében publikált haladási sebesség adatoknál jellemző eltérés figyelhető meg a személyek neme és kora alapján. Ez alapján megvizsgáltam, hogy a mozgásukban korlátozott személyek sebességét a használt segédeszköz fajtáján túl befolyásolja-e a nemük illetve a koruk.

Ezért a mérések során felvett adatok alapján további alcsoportokat is kialakítottam a nemi megoszlás illetve a korosztályi megoszlás alapján. A teljes mintát vizsgálva kimutattam, hogy a sérült személyek nemének hatása van a várható haladási sebességükre. Ebben az esetben az ép személyek átlagos haladási sebességéhez hasonlóan a férfiak várható átlag sebessége nagyobb a nők várható átlag sebességénél. A teljes mintára elvégzett korosztályi elemzés alapján kijelenthető, hogy a sérült személyek esetében az ép személyek átlagos haladási sebességéhez hasonlóan a koruk befolyásolja a várható átlagos haladási sebességük értékét. Azaz az eredményeim alapján a kor növekedésével csökken a sérült személyek várható átlagos haladási sebessége.

A segédeszköz szerinti csoportokban létrehozott nemi illetve korosztályi alcsoportokban nem minden esetben állt rendelkezésre elegendő mérésszám, így a részeredmények alapján a teljes tendencia jelen kutatás során nem igazolható.

**3. tézis – A méréseim elemzése során arra a megállapításra jutottam, hogy a sérült személyek teljes csoportjában mind a nemi, mind a korosztályi megosztás befolyásolja a várható haladási sebességük átlagát. A számszerű értékek alapján kijelenthető, hogy sérült a férfiak gyorsabban haladnak a sérült nőknél, és hogy a kor növekedtével a sérült személyek lassabban haladnak fiatalabb sérült társaiknál.**

A gyakorlati alkalmazhatóság vizsgálata során elemeztem a tervezés, ezen belül a kiürítés tervezés menetét. Azt figyeltem meg, hogy egy-egy rendeltetés, illetve épület esetében nehezen meghatározható, hogy azt pontosan milyen sérült személyek fogják használni. Nagyon ritkán fordul elő olyan konkrét helyszín, tervezési feladat, amelynél akár nemi, akár korosztályi megoszlásban is ismerni lehetne a későbbi használók megoszlását. Ezért bár matematikai értelemben még lehet folytatni a méréseket és azáltal pontosítani az eredményeket, a hasznosíthatóság oldaláról nézve véleményem szerint ennek valós használati értéke nem lenne.

A sérült személyek haladási sebességének Boyce által korábban nemzetközileg publikált adataihoz képest az általam készített mérésorozat körülményei hasonlóak voltak, azonban az én mérésem elemszáma jellemzően nagyobb volt a korábbi méréshez képest. A fellelhető adatok és a kutatási eredményeim összehasonlítása során igazoltam, hogy az általam végzett több mérésből álló önálló kutató munka eredményeképpen új sebesség értékeket tudok felmutatni (41. táblázat).

vízszintes haladási sebesség (m/s)		teljes minta (SFPE 101; mérés 278)	kerekesszék (SFPE 12; mérés 85)	1 bot vagy mankó (SFPE 33; mérés 43)	2 bot vagy mankó (SFPE 6; mérés 62)	járókeret és rollátor (SFPE 10; mérés 39)	segédeszköz nélkül (SFPE 52; mérés 49)
átlag	SFPE	0,80	0,69	0,81	0,94	0,57	0,95
	mérés	0,65	0,79	0,56	0,56	0,34	0,82
eltérés mértéke (~%)		-20	+14	-30	-40	-40	-14

41. táblázat – Publikált és saját mérési értékek összehasonlítása

**4. tézis - A sérült személyek átlagos haladási sebességének nemzetközileg publikált adataihoz képest eltérő adatokat kaptam a saját mérésorozatom feldolgozás során. Az eltérés jellemzően lefelé történt, azaz a mérési eredményeim alapján lassabban tudnak haladni a sérült személyek, mint Boyce korábban publikált adatai alapján. Például a teljes mintára vonatkoztatva a haladási sebesség átlagának értékében ez -20%-os eltérést jelentett.**

Ez egyedül a kerekesszéket használók esetében nem volt helytálló, mivel ott az általam mért érték nagyobb, mint Boyce adata. Azonban ez esetben a jelentősen nagyobb mérési szám (101 helyett 278 mérés) véleményem szerint indokolja a csoport esetében általam mért nagyobb átlagos sebesség érték elfogadását.

Egy adott geometriájú épületrész esetében jelentős eltérést okoz a kiürítés ellenőrzése során az ép és mozgásukban korlátozott személyek eltérő haladási sebessége. A teljes kiürítési időtartam ellenőrzése esetében az eltérés mértékének meghatározására törekszem. Ennek érdekében egy fiktív épület vizsgálatát folytattam le, a jogszabályban meghatározott számítási móddal illetve a legmodernebb lehetőségnek számító számítógépes szimulációval. A szimulációs változatokban ugyanazt az elrendezést vizsgáltam meg, különböző sebesség beállításokkal és jelentős eltéréseket tapasztaltam a végeredményekben.

Az A és B változatban megfigyelhető volt, hogy mivel a maximális sebesség konstans értékkel került megadásra, a többszöri futtatások eredményei és az intervallum becslése is majdnem azonos értékeket mutattak. Ez következik abból, hogy szinte azonos kiindulási adatokból kaptam az eredményeket.

A C, D és E változatok esetében mindenhol megkülönböztetésre kerültek az ép és fogyatékos személyek, ami az átlag eredmények ugrásszerű növekedését okozta. A C és D változat esetében az ép személyeknél azonos sebesség (és azonos módon) került megadásra, így a kapott végeredmények különbségét ténylegesen csak a publikált és az általam mért új eredmények különbsége okozta. A közel 10%-os növekedés ebben az esetben csak 15-16 s időt jelent, amely vélhetően nem okozna a valóságban életveszélyes következményeket, de egy komplikáltabb vagy nagyobb távolságokkal rendelkező épület esetében az eltérés ennél akár sokkal több is lehet.

A D és E változatok közötti lényegesen kisebb különbség alapján arra a következtetésre jutottam, hogy bár pontosítja az eredményeket a részletesebb személyi paraméter megadás, de ennek tényleges értéke nem befolyásolja érdemben egy-egy épület biztonságosságát.

Az is megfigyelhető volt a C, D és E változatok esetében a sebesség értékek normális eloszlással kerültek megadásra, így a többszöri futtatási eredmények értékei is nagyobb ingadozást mutattak. Azonban véleményem szerint ez a fajta sebesség megadás közelíti jobban a valóságot, nem az átlagolás, így a szimuláció alkalmazása esetében mindenképpen indokolt.

**5. tézis – Arra a megállapításra jutottam, hogy egy adott geometriájú épületrész esetében jelentős eltérést okoz a kiürítés számítógépes szimulációval történő ellenőrzése során az ép és mozgásukban korlátozott személyek eltérő haladási sebessége. A teljes kiürítési idő vizsgálatánál +10%-os növekedést okozott a személyek megkülönböztetése, amely nagyobb épület esetében időben is jelentős értékeltérést okozhat.**

**A mérés által meghatározott várható haladási sebességek alkalmazása ugyanakkor nem indokolt a kézi számítások esetében, mivel az azokra a vonatkozó műszaki irányelvben**

**meghatározott, a teljes népezsre vonatkoztatott, átlagos maximális haladási sebesség csak minimálisan nagyobb értékű (0,67 m/s) az általam meghatározott értéknél (0,65 m/s). Ez a számszerűleg kis eltérés biztosítja a kézi számítások során magából a számítási egyenletekből adódó egyszerűsítések biztonsági tartalékát, míg a szimulációk során a pontosabb eredmények mellett máshol képződnek biztonsági tartalékok.**

### **6.3. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEIM**

Az elvégzett kutatási, mérési és feldolgozási munkám során az alábbi új tudományos eredményeket alakítottam ki.

1. Kidolgoztam a mozgásszervi fogyatékossgal rendelkezők kiürítési sebességének meghatározására szolgáló módszertant.

2. Az elvégzett kutatásaim során megállapítottam és bizonyítottam a mozgásszervi fogyatékossgal rendelkezők fogyatékossguk mértékéhez és segédeszköz használatuk jellegének megfelelő haladási sebességüket, melyeket véleményem szerint a tervezés során a kiürítés számításokban és a szabályozásban is alkalmazni kell. Kimutattam, hogy a Boyce által mért, nemzetközileg elfogadott adatokhoz képest a jelenlegi méréssorozatam alapján a sérült személyek várható haladási sebességének átlaga -20%-kal kevesebb a korábban alkalmazott értékhez képest.

3. Bizonyítottam, hogy a segédeszközt használó mozgásszervi fogyatékossgal rendelkezők között az egy vagy két könyökmankót vagy botot használók esetében a kiürítéskor mért haladási sebességben nem mutatható ki eltérés, ellenben az egyéb segédeszköz-használat szignifikáns eltéréseket eredményez egymáshoz képest.

4. Kutatási eredményeim és az elvégzett szimulációk összevetésével igazoltam, hogy a mozgásszervi fogyatékossgal rendelkezők tűz esetén történő menekülésének tervezésében a haladási sebességük megkülönböztetése a szabályozás szintjén is szükséges és indokolt.

## 6.4. A MÉRÉSI EREDMÉNYEIM FELHASZNÁLÁSI LEHETŐSÉGEI

A kutatásom és a téziseim igazolásai alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a mérés során szerzett haladási sebesség értékek használatát javaslom a megelőző tűzvédelem során. Az új haladási sebesség értékek elfogadását az támasztja alá, hogy jelentősen nagyobb elemszámú minta értékeléséből kaptam meg őket, mint a korábban publikált - és jellemzően visszahivatkozott - 1 méréssorozat eredményei.

A mérési eredményeim jellemző matematikai értékeit a 42. és 43. táblázatban foglaltam össze. A 42. táblázatban szerepelnek az összesített értékek, valamint a kerekesszéket használók és nem kerekesszéket használók megoszlásában kapott értékek. A tényleges tervezések esetében ez a megosztás véleményem szerint többször azonosítható pontosan, mint a több csoportra bontott segédeszköz típusok megoszlása. A 43. táblázatban a segédeszközök használata alapján csoportosított mérési eredményeket összesítettem.

vízszintes haladási sebesség (m/s)	teljes minta (mérés 278)	kerekesszék (mérés 85)	„nem” kerekesszék (mérés 193)
átlag	0,65	0,79	0,59
szórás	0,32	0,38	0,27
min	0,11	0,12	0,11
max	1,73	1,73	1,55
módusz	0,87	0,87	0,74
medián	0,59	0,74	0,56
5 per	0,22	0,27	0,21
25 per	0,41	0,50	0,38
75 perc	0,83	1,06	0,80
95 per	1,19	1,49	1,06

42. táblázat – Fogyatékos személyek haladási sebessége (kutatási eredményeim)

vízszintes haladási sebesség (m/s)	kerekesszék (mérés 85)	bot vagy mankó (mérés 105)	járókeret és rollátor (mérés 39)	segédeszköz nélkül (mérés 49)
átlag	0,79	0,56	0,34	0,82
szórás	0,38	0,22	0,20	0,22
min	0,12	0,15	0,11	0,40
max	1,73	1,18	1,04	1,18
módusz	0,87	0,83	-	0,87
medián	0,74	0,53	0,28	0,84
5 per	0,27	0,24	0,15	0,47
25 per	0,50	0,41	0,22	0,62
75 perc	1,06	0,71	0,39	0,97
95 per	1,49	0,90	0,69	1,16

43. táblázat – Fogyatékos személyek haladási sebessége (kutatási eredményeim)

Alapvetően igazoltnak tekintem, hogy a kiürítés menetét és végső idejét jelentős mértékben befolyásolja a fogyatékos személyek eltérő haladási sebessége. Azonban ennek előzetes, tervezés során felhasználható ellenőrzése során véleményem szerint az ellenőrzés módjától függően lehet ténylegesen felhasználni az új értékeket.

A jelenlegi TvMI –Kiürítés szerinti kézi számítási metódus esetén, az egyenletekhez rendelt alacsonynak tekinthető, az össznépeség átlagos menekülő képességén alapuló, haladási sebesség maximum értékéhez képest (0,67 m/s) csak kis mértékben tér el mért teljes mintára vetített átlagos eredményemtől (0,65 m/s). Ez az eltérés nem indokolja, hogy ezen egyenletek és sebesség használata esetében megkülönböztetésre kerüljenek a fogyatékos személyek.

Ha később, a TvMI –Kiürítés felülvizsgálata és módosítása esetén más egyenletek alkalmazását is javasolni fogják, az ahhoz tartozó magasabb sebesség értékekkel (véltetően az SFPE kézikönyvben alkalmazott komplett rendszert, 1,19 m/s átlagos sebesség), akkor a két haladási sebesség érték közötti nagyobb különbség már indokolhatja majd a kézi számítások esetén történő alkalmazást is.

Amennyiben azonban a kiürítés megfelelőségének igazolása számítógépes menekülési szimuláció készítésével történik a tervezés során, az abban alkalmazott nagyobb haladási sebességek fogyatékos személyekre történő használata véleményem szerint nem alkalmas a valóság hű vizsgálat elvégzésére.

Ebben az esetben az adott funkció vizsgálata és értékelése alapján javaslom eldönteni, hogy a mérési eredmények átlagos értékeit érdemes-e alkalmazni vagy a segédeszköz alapján történő felosztás értékeit. A magyarországi akadálymentesítési gyakorlatban megfigyelhető, hogy jelentősen megkülönböztetik a kerekesszéket használókra vonatkozó javaslatokat, ezért valószínűsíthető, hogy tényleges tervezések során használható lenne egy kerekesszéket használó és nem kerekesszéket használó mozgási fogyatékos-sággal rendelkező felosztás értékeinek használata is. A részletes, segédeszközök alapján felosztott személyekre vonatkozó értékek használata csak akkor megalapozott, ha az adott funkció esetében ismert egy megoszlási érték a csoportokba tartozó személyekre.

Emellett a modellezés során azt is érdemes megfontolni, hogy az átlag értéke kerül alkalmazásra konstans lehetőségként, vagy a sebesség értékek normális eloszlással jellemző határszámokkal. Ebben az esetben az esetleges kiugró mérési hibák kiküszöbölése érdekében a minimum és maximum értékek használata helyett az 5 és 95 percentilis értékeinek használatát javaslom megadni az átlag és a szórás értékek mellett. (Ilyenkor azonban számolni kell azzal a feladattal is, hogy a normális eloszlás miatt a futtatásokat ismétetni szükséges, az alkalmazott



sebességek véletlenszerű módosításával és a futtatások eredményeit együttesen szükséges kiértékelni és felhasználni.)

## **6.5. TOVÁBBI AJÁNLÁSOK**

Irodalomkutatásom eredményeképpen pontosítottam a jelenlegi hazai szabályozásban foglalt személyek menekülési képességére vonatkozó csoportosítást, kiegészítettem azt további alcsoportokkal. A valóságnak jobban megfelelő csoportosítást javaslom átvenni és alkalmazni a szabályozási környezet módosítása során.

Jelen mérési sorozat során nem állt rendelkezésre elegendő mérés a fogyatékos személyek lépcsőn való haladási sebességének vizsgálatához. Mivel a vízszintes haladás esetében beigazolódott, hogy a több mérés elvégzésével és feldolgozásával új eredmény nyerhető, így véleményem szerint szükséges a kutatást folytatni ez irányban.

Véleményem szerint további kutatásokat kell e végezni a – tűzvédelmi besorolás alapján - mozgásképtelen személyek haladási sebességére vonatkozóan. Ebben az esetben a kiürítés menetét nem csak a haladási sebesség határozza meg, hanem a segítő személyzet érkezése és sebessége, és az esetleges előkészítés ideje is fontos részlet. A haladási sebesség azonban jelentősen eltérhet az ép, vagy a mozgásképes fogyatékos személyek sebességétől, mert a mentés során a mozgásképtelen személyt és a hordozóeszközt is irányítani és mozgatni szükséges.

# A KIÜRÍTÉSHEZ KAPCSOLÓDÓ TÉMAKÖRÖKBEN KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓIM

## LEKTORÁLT FOLYÓIRATBAN MEGJELENT CIKKEK

1. Veres György: Tömegetartózkodású épület kiürítésének vizsgálata I.  
Hadmérnök, on-line tudományos kiadvány  
2009. IV. Évfolyam 1. szám p. 34-45.  
ISSN: 1788-1919
2. Veres György, Szilágyi Csaba: Tömegetartózkodású épület kiürítésének vizsgálata II.  
Hadmérnök, on-line tudományos kiadvány  
2009. IV. Évfolyam 2. szám p. oldal 186-197.  
ISSN: 1788-1919
3. Veres György: A fa tűzvédelme I.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 1. szám p. 17-19.  
ISSN: 1218-2958
4. Veres György: Szabadtéri menekülési lépcső – tűzvédelmi követelmények  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 1. szám p. 39-41.  
ISSN: 1218-2958
5. Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben I.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 2. szám p. 31-34.  
ISSN: 1218-2958
6. Veres György, Zeleny Lajos: A fa tűzvédelme II.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 2. szám p. 35-38.  
ISSN: 1218-2958
7. Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben II.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 3. szám p. 31-33.  
ISSN: 1218-2958
8. Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben III.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 4. szám p. 45-46.  
ISSN: 1218-2958
9. Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben IV.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 5. szám p. 15-17.  
ISSN: 1218-2958

10. Veres György: Menekülés előtti időtartam I.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 5. szám p. 19-21.  
ISSN: 1218-2958
11. Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben V.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 6. szám p. 19-23.  
ISSN: 1218-2958
12. Veres György: Menekülés előtti időtartam II.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2010. XVII. Évfolyam 6. szám p. 29-31.  
ISSN: 1218-2958
13. Veres György: Napenergia hasznosítás tűzvédelme  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2011. XVIII. Évfolyam 1. szám p. 33-36.  
ISSN: 1218-2958
14. Veres György: Tömeg dinamika a személysűrűség függvényében  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2011. XVIII. Évfolyam 2. szám p. 9-14.  
ISSN: 1218-2958
15. Veres György: Letalpalási hely jelölése a tűzoltási területen  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2011. XVIII. Évfolyam 2. szám p. 29.  
ISSN: 1218-2958
16. Veres György: Kiürítés számítógépes modellezése I.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2011. XVIII. Évfolyam 3. szám p. 39-42.  
ISSN: 1218-2958
17. Veres György: Kiürítés számítógépes modellezése II.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2011. XVIII. Évfolyam 3. szám p. 18-20.  
ISSN: 1218-2958
18. Veres György: Tűzvédelmi műleírás, dokumentáció követelményei I.  
Magyar Építőipar  
2011. LXI. Évfolyam 2. szám p. 74-80.  
ISSN: 0025-0074
19. Veres György: Kiürítés számítógépes szimulációval  
Magyar Építőipar  
2011. LXI. Évfolyam 5. szám p. 173-176.  
ISSN: 0025-0074

20. Veres György: Tűzvédelmi stratégia  
Hírvillám  
2011. II. Évfolyam 1. szám p. 97 - 102.  
HU ISSN 2061 - 9499
21. Veres György: Átbocsátó képesség vizsgálata számítógépes modell segítségével  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2012. XIX. Évfolyam 1. szám p. 41-42.  
ISSN: 1218-2958
22. Veres György: Menekülési felvonó alkalmazási lehetőségei  
Katasztrófavédelem  
2013. LIV. Évfolyam 7-8. szám p. 24 - 26.  
HU ISSN-1586-2305
23. Veres György: A biztonsági felvonók alkalmazási lehetőségei  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2013. XX. Évfolyam 1. szám p. 14-18.  
ISSN: 1218-2958
24. Veres György: A tűzoltási felvonulási terület vizsgálata I.  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2014. XXI. Évfolyam 1. szám p. 5-8.  
ISSN: 2064-1559
25. Veres György: A tűzoltási felvonulási terület vizsgálata II.  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2014. XXI. Évfolyam 2. szám p. 5-7.  
ISSN: 2064-1559
26. Veres György: Egységes jelrendszer kialakítása tűzvédelmi dokumentációk készítéséhez I.  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2014. XXI. Évfolyam 5. szám p. 17-20.  
ISSN: 2064-1559
27. Veres György: Egységes jelrendszer kialakítása tűzvédelmi dokumentációk készítéséhez II.  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2014. XXI. Évfolyam 6. szám p. 5-7.  
ISSN: 2064-1559
28. Veres György: Hol, hogyan kell a tűzvédelmet biztosítani?  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2016. XXII. Évfolyam 2. szám p. 28-30.  
ISSN: 2064-1559
29. Veres György: A fogyatékoság besorolása és annak hatása a menekülési képességre  
Védelem tudomány: Katasztrófavédelmi online tudományos folyóirat,  
2018. III. Évfolyam 1. szám p. 32-46.  
ISSN: 2498-6194

## **IDEGEN NYELVŰ KIADVÁNYBAN MEGJELENT CIKKEK**

Veres György: Fire Command Centre  
Bolyai Szemle, 2010. XIX. Évfolyam 4. szám. p. 31-37.  
ISSN: 1416-14443

Veres György: Evacuation simulation case study  
Hadmérnök, online tudományos kiadvány  
2016. XI. Évfolyam 3. szám p. 13-24.  
ISSN: 1788-1919

Veres György: Evacuation simulation case study  
ACTA TECHNICA CORVINIENSIS - Bulletin of Engineering, online tudományos kiadvány  
megjelenés alatt  
ISSN: 2067-3809

## **KONFERENCIA KIADVÁNYBAN MEGJELENT ELŐADÁS**

1. Dénes Kálmán, Veres György: Fire Prevention in Military Camps  
„New challenges in the field of military sciences 2007”,  
Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem  
2007. november 13-14.  
ZMNE könyvtár

2. dr. habil Kovács Tibor, Veres György: Nagy forgalmú épületek kiürítésének mérnöki megközelítése,  
Nemzetközi Gépész, Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium,  
Budapest, Budapesti Műszaki Főiskola,  
2009. november 9-11.  
CD ISBN: 978-963-7154-99-7

3. dr. habil Kovács Tibor, Veres György: Tömegtartózkodású épületek optimalizált kiürítése,  
„Új kihívások a katonai tudományok területén 2009”, VI. Nemzetközi Konferencia, Budapest,  
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem,  
2009. november 18-19.  
CD ISBN 978-81-6655-17-7

4. dr. habil Kovács Tibor, Veres György: A tűzgátló ajtók történelmi fejlődése,  
„Defence Technology 2010”, VI th. International Symposium on Defence Technology”,  
Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem,  
2010. május 6-7.  
CD ISBN: 978-22-5458-11-7

5. dr. habil Kovács Tibor, Veres György: Az elme lehetséges reakciói tüzesetek során,  
Nemzetközi Gépész, Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium,  
Budapest, Óbudai Egyetem  
2010. november 10-11.  
CD ISBN: 978-615-5018-10-7

6. dr. habil Kovács Tibor, Veres György: Examination of throughput by a computer aided modeling

„International Engineering Symposium at Banki - IESB 2011 -“,  
Budapest, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,  
2011. november 15-16.  
CD ISBN: 978-615-5018-15-2

7. dr. habil Kovács Tibor, Veres György: A kiürítés számítógépes modellezése

Tavaszi Nemzetközi Biztonságtechnikai Szimpózium,  
Budapest, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar,  
2011. április 14.  
CD ISBN: 978-615-5018-11-4

## **ÉRTÉKELT PÁLYÁZATI TANULMÁNY**

1. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

Dr. Balogh Imre 2011. évi Emlékpályázat

„Tömegdinamika a személysűrűség függvényében” című pályamű (különdíj)

2. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

Dr. Balogh Imre 2012. évi Emlékpályázat

„Menekülési felvonó alkalmazási lehetőségei” című nyertes pályamű

3. Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

Dr. Balogh Imre 2013. évi Emlékpályázat

„A tűzoltási felvonulási terület vizsgálata” című nyertes pályamű

## **SZEMINÁRIUMOK, MÓDSZERTANI TOVÁBBKÉPZÉSEK**

1. MTESZ Komárom-Esztergom Megyei Szervezet

XIII. Országos Tűz- és Katasztrófavédelmi. Konferencia

2011. május 18-19. Sopron, Hotel Lővér

- Napenergia hasznosítás tűzvédelme (létesítés és beavatkozás szempontjából)

- Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben

2. Oktatási anyag a „Tűzvédelmi ismeretek tanítása a közoktatási intézményekben”

című akkreditált (OKM-3/210/2008.) pedagógus továbbképzési programhoz tűzmegeelőzés fejezet elkészítése

Fővárosi Tűzoltóparancsnokság 2009.

3. ZMNE-ETDT 2009. évi őszi Intézményi Tudományos Diákköri Konferencián, a Tűzvédelem szekcióban végeztem konzulensi munkát, melyet emléklappal díjaztak.

4. BME Tűzvédelmi tervezési szakmérnöki képzés

Létesítés és használati szabályok 3. tantárgy keretein belül 2 előadás

„Kiürítés története”

„A kiürítés előtti időtartam”

2012. március - április

5. BME Tűzvédelmi tervezési szakmérnöki képzés  
Létesítés és használati szabályok 3. tantárgy keretein belül 2 előadás  
„Kiürítés története”  
„A kiürítés előtti időtartam”  
2014. március-április

6. Tűzvédelmi Mérnökök Közhasznú Egyesülete  
V. Tűzvédelmi Konferencia „Egymástól tanulni a TMMK-ről”  
2015. február 4-5. Balatonföldvár, Hotel Három Hattyú  
- Egységes jelrendszer kialakítása tűzvédelmi dokumentációkhoz

7. BME Tűzvédelmi tervezési szakmérnöki képzés  
Létesítés és használati szabályok 3. tantárgy keretein belül 2 előadás  
„Kiürítés története”  
„A kiürítés előtti időtartam”  
2016. március-április

## **TUDOMÁNYOS KÖZÉLETI TEVÉKENYSÉG**

Kiemelkedő publikációs tevékenységért a Védelem – Katasztrófavédelmi Szemle 20 Jubileumi Konferenciáján 2013. február 14-én BM OKF Főigazgatói elismerés a menekítés tervezést elősegítő publikációkért  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2013. XX. Évfolyam 2. szám p. 65.  
ISSN: 1218-2958

# FELHASZNÁLT IRODALOM

## (IRODALOMJEGYZÉK)

- [1] Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben I. Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, 2010. XVII. Évfolyam 2. szám p. 31-34.  
ISSN: 1218-2958
- [2] Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben II. Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, 2010. XVII. Évfolyam 3. szám p. 31-33.  
ISSN: 1218-2958
- [3] Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben III. Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, 2010. XVII. Évfolyam 4. szám p. 45-46.  
ISSN: 1218-2958
- [4] Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben IV. Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, 2010. XVII. Évfolyam 5. szám p. 15-17.  
ISSN: 1218-2958
- [5] Veres György: Tűzterjedés és az ellene történő védekezés épített környezetben V. Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle, 2010. XVII. Évfolyam 6. szám p. 19-23.  
ISSN: 1218-2958
- [6] Kovács Tibor, Veres György: A tűzgátló ajtók történelmi fejlődése, „Defence Technology 2010”, VI th. International Symposium on Defence Technology”, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2010. május 6-7.  
CD ISBN: 978-22-5458-11-7
- [7] a fogyatékos személyek jogairól és esélyegyenlőségük biztosításáról 1998. évi XXVI. törvény
- [8] Comité technique international de prévention et d'extinction du Feu (CTIF): Word fire statistics  
Letöltés időpontja: 2015.12.04. [számítógép-fájl] 2005-2015. PDF fájlok Hozzáférés:  
URL:<http://www.ctif.org/ctif/world-fire-statistics>
- [9] Központi Statisztikai Hivatal: 2011.Évi Népszámlálás 11. Fogyatékkal élők Xerox Magyarország Kft. Budapest, 2014.  
ISBN 978-963-235-357-9
- [10] Breznay Imre: Tűzrendészeti vonatkozású régi törvényeink  
Tűzrendészeti közlöny XXXIII. évfolyam 12. szám 1935. december p. 196-197.



- [11] Beregszászi Pál: Az építéstudományának azon része, melyben az épületeknek erős, és alkalmas volta adódik elő.  
Debrecen 1824. p. 75.
- [12] Herman Ottó: A ring színház és égése  
Vasárnapi újság 1881. évi XXVIII. évfolyam 51. szám p. 812- 815.
- [13] André Gaudreault, Nicolas Dulac, and Santiago Hidalgo: A Companion to Early Cinema  
John Wiley & Sons, Ltd. USA 2012. p. 71.  
ISBN 978-1-4443-3231-5
- [14] Richard Abel: The Ciné Goes to Town: French Cinema, 1896-1914  
University of California Press USA, 1994. p. 17  
ISBN: 9780520079359
- [15] Roncsik Jenő: A Párisi Nagy Áruház Égése  
M.T.I. Rt. Nyomdája Budapest, 1933.
- [16] Építésügyi Szabályzat Budapest Székesfőváros Területére  
Hornyánszky Viktor CS. és Kir. Ud. Könyvnyomdája Budapest, 1914.
- [17] Magyar Szabványügyi Hivatal: MSZ Szabványgyűjtemények 11. Tűzrendészeti Szabványok I. kötet Színházak, kultúrtermek és előadó-helyiségek tűzvédelmi és biztonsági előírásai (Tervezet)MNOSZ 15657 T  
Közgazgatási és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1957.
- [18] A tűzrendészetéről szóló 1/1963 (VII. 5.) BM rendelet
- [19] Az Országos Építésügyi Szabályzat közzétételéről szóló 5/1974. (V. 24.) ÉVM rendelet
- [20] BM TOP 3-68 Színházak és Művelődési Létesítmények Tűzrendészeti Szabályai Magyar Szabványügyi Hivatal Tűzrendészeti Szabványok Gyűjteménye III. kötet  
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1971.
- [21] BM TOP 1-68 Mozgóképszínházak Mozgókép Bemutató helyiségek Tűzrendészeti Szabályai Magyar Szabványügyi Hivatal Tűzrendészeti Szabványok Gyűjteménye III. kötet  
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Budapest, 1971.
- [22] A tűz elleni védekezésről és a tűzoltóságról szóló 4/1974. (VIII. 1.) BM rendelet
- [23] Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról szóló 4/1980. (XI. 25.) BM rendelet
- [24] Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról szóló 35/1996. (XII. 29.) BM rendelet
- [25] Heizler György: Mozgáskorlátozott személyek menekítése  
Letöltés időpontja: 2013.07.08  
Hozzáférés: URL:<http://www.vedelem.hu/letoltes/tanulmany/tan02.pdf>
- [26] UEFA: Access for All V.01  
Letöltés időpontja: 2016.03.19. Hozzáférés: URL:  
[http://www.uefa.com/MultimediaFiles/Download/EuroExperience/uefaorg/General/01/68/44/71/1684471\\_DOWNLOAD.pdf](http://www.uefa.com/MultimediaFiles/Download/EuroExperience/uefaorg/General/01/68/44/71/1684471_DOWNLOAD.pdf)

- [27] BS 9999:2008 Code of practice for fire safety in the design, management and use of buildings,  
British Standards Institution, London 2008.  
ISBN 9978 0 580 57920 2
- [28] Lukács Ottó: Matematikai statisztika  
Műszaki Könyvkiadó, Budapest 2006.  
ISBN: 9789631630367
- [29] Klingsch, W.W.F.; Rogsch, C.; Schadschneider, A.; Schreckenberg, M. (Eds): Pedestrian and Evacuation Dynamics 2008.  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.  
ISBN 978-3-642-04503-5
- [30] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering  
Volume II. 64. S.M.V. Gwynne and K.E. Boyce: Engineering Data  
Springer Science+Business Media LLC, New York. 5th edition, 2016.  
ISBN 978-1-4939-2564-3
- [31] Fire Protection Handbook  
Volume I. Section 4 Chapter 1 John L. Brynm: Human Behavior and Fire  
National Fire Protection Association, USA, Quincy, Massachusetts, 20th edition, 2008.  
ISBN-10: 0-87765-758-0
- [32] K. E. Boyce, T. J. Shields, and G. W. H. Silcock, "Toward the Characterization of Building Occupancies for Fire Safety Engineering: Capabilities of Disabled People Moving Horizontally and on an Incline,"  
Fire Technology, Vol. 35, No. 1, 1999, p. 54.
- [33] ISO/TR 16738:2009 Fire-safety engineering - Technical information on methods for evaluating behaviour and movement of people  
The International Organization for Standardization Genf Svájc, 2009.
- [34] CFPA-E No. 19:2009, European Guideline, Fire safety engineering concerning evacuation from buildings
- [35] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering  
Volume II. 59. Steven M.V.. Gwynne and. Eric. R. Rosenbaum: Employing the Hydraulic Model in Assessing Emergency Movement.  
Springer Science+Business Media LLC, New York. 5th edition, 2016.  
ISBN 978-1-4939-2564-3
- [36] Veres György: Evacuation simulation case study  
Hadmérnök, on-line tudományos kiadvány  
2016. XI. Évfolyam 3. szám p. 13-24.  
ISSN: 1788-1919
- [37] Arturo Cuesta, Orlando Abreu, Daniel Alvear: Evacuation Modeling Trends  
Springer International Publishing AG, Switzerland, 2016.  
ISBN 978-3-319-20707-0

[38] Kovács Tibor, Veres György: Tömegtartózkodású épületek optimalizált kiürítése, „Új kihívások a katonai tudományok területén 2009”, VI. Nemzetközi Konferencia, Budapest, Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 2009. november 18-19.  
CD ISBN 978-81-6655-17-7

[39] Veres György: Kiürítés számítógépes szimulációval  
Magyar Építőipar  
2011. LXI. Évfolyam 5. szám p. 173-176.  
ISSN: 0025-0074

[40] Veres György: Kiürítés számítógépes modellezése I.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2011. XVIII. Évfolyam 3. szám p. 39-42.  
ISSN: 1218-2958

[41] Veres György: Kiürítés számítógépes modellezése II.  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2011. XVIII. Évfolyam 3. szám p. 18-20.  
ISSN: 1218-2958

[42] Erica D. Kuligowski, Richard D. Peacock, Bryan L. Hoskin: A Review of Building Evacuation Models, 2nd Edition  
Letöltés időpontja: 2016.03.19. Hozzáférés: URL:  
<http://www.evacmod.net/videos/papers/KuligowskiEgressModelReviewTechNoteNov2010FINAL.pdf>],

[43] Veres György: Átbocsátó képesség vizsgálata számítógépes modell segítségével  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2012. XIX. Évfolyam 1. szám p. 41-42.  
ISSN: 1218-2958

[44] Veres György: Menekülési felvonó alkalmazási lehetőségei  
Katasztrófavédelem  
2013. LIV. Évfolyam 7-8. szám oldal 24 - 26.  
HU ISSN-1586-2305

[45] Veres György: A biztonsági felvonók alkalmazási lehetőségei  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2013. XX. Évfolyam 1. szám p. 14-18.  
ISSN: 1218-2958

[46] Kovács Tibor, Veres György: Nagy forgalmú épületek kiürítésének mérnöki megközelítése, Nemzetközi Gépész, Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium, Budapest, Budapesti Műszaki Főiskola, 2009. november 9-11.  
CD ISBN: 978-963-7154-99-7

[47] Veres György: Tömegtartózkodású épület kiürítésének vizsgálata I.  
Hadmérnök, on-line tudományos kiadvány  
2009. IV. Évfolyam 1. szám p. 34-45.  
ISSN: 1788-1919

[48] Veres György, Szilágyi Csaba: Tömegetartózkodású épület kiürítésének vizsgálata II. Hadmérnök, on-line tudományos kiadvány  
2009. IV. Évfolyam 2. szám p. 186-197.  
ISSN: 1788-1919

[49] Kovács Tibor, Veres György: Examination of throughput by a computer aided modeling „International Engineering Symposium at Banki - IESB 2011 -“, Budapest, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2011. november 15-16.  
CD ISBN: 978-615-5018-15-2

[50] Veresné Rauscher Judit: Kiürítés stratégia és a kiüríthetőség ellenőrzése Védelem katasztrófavédelmi szemle, 2016. XXIII. Évfolyam 1. szám p. 13-17.  
ISSN: 1218-2958

[51] Kovács Tibor, Veres György: A kiürítés számítógépes modellezése Tavaszi Nemzetközi Biztonságtechnikai Szimpózium, Budapest, Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, 2011. április 14.  
CD ISBN: 978-615-5018-11-4

[52] Veresné Rauscher Judit: Tűzvédelmi tervezés segítése számítógépes kiürítés szimulációval Florian exPress – Magyar Tűzbiztonsági Szakfolyóirat 2012. XXI. Évfolyam 10. szám p. 398-402.  
ISSN: 215 492X

[53] Stephen Pheasant: Bodyspace anthropometry, ergonomics, and the design of work Taylor & Francis Ltd. London, 1998.  
ISBN 0-7484-0326-4

[54] Pamela Buxton: Metric Handbook: Planning and Design Data 5th edition Taylor & Francis Group, Abingdon, 2015.  
ISBN 9780415725422

[55] Kovács Tibor, Veres György: Az elme lehetséges reakciói tüzesetek során, Nemzetközi Gépész, Mechatronikai és Biztonságtechnikai Szimpózium, Budapest, Óbudai Egyetem 2010. november 10-11.  
CD ISBN: 978-615-5018-10-7

[56] Fruin, J.J.: Pedestrian Planning and Design, Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners New York, 1971.

[57] N. Roupail, J. Hummer, J. Milazzo II, P. Allen: Capacity Analysis of Pedestrian and Bicycle Facilities. Recommended Procedures for the "Pedestrians" Chapter of the Highway Capacity Manual  
Letöltés időpontja: 2015.12.19. Hozzáférés: URL:  
<http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/pedbike/98107/section3.cfm>

[58] V. M. Predtechenskii and A. I. Milinskii: Planing for foot traffic flow in buildings  
Amerind Publishing Ltd., New Delhi 1978.

[59] Veresné Rauscher Judit: Számítógépes menekülés-szimuláció  
Védelem katasztrófavédelmi szemle,  
2016. XXIII. Évfolyam 2. szám p. 5-8.  
ISSN: 1218-2958

[60] Veres György: Tömeg dinamika a személysűrűség függvényében  
Védelem katasztrófa- és tűzvédelmi szemle,  
2011. XVIII. Évfolyam 2. szám p. 9-14.  
ISSN: 1218-2958

[61] Craig W. Reynolds: Steering behaviors for autonomous characters  
Letöltés időpontja: 2016.03.19. Hozzáférés: URL:  
<http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/mcrs/papers/8.pdf>

[62] Thunderhead Engineering Consultants, Inc.: Pathfinder Verification and Validation 2016.1  
Letöltés időpontja: 2016.03.19. Hozzáférés: URL: [https://www.thunderheadeng.com/wp-content/uploads/dlm\\_uploads/2012/05/verification\\_validation\\_2016\\_1.pdf](https://www.thunderheadeng.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2012/05/verification_validation_2016_1.pdf)

# ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra - Összes tüzesetek darabszáma *saját ábra*
2. ábra – Az építményekben keletkező tüzesetek száma *saját ábra*
3. ábra - A tüzesetekben elhunytak száma *saját ábra*
4. ábra – Ring színház épülete  
[http://de.academic.ru/pictures/dewiki/114/ringtheater\\_vor1881.jpg](http://de.academic.ru/pictures/dewiki/114/ringtheater_vor1881.jpg)  
letöltés dátuma: 2010.03.23.
5. ábra – Ring színház tűzvész utáni állapota  
[http://de.academic.ru/pictures/dewiki/82/Ringtheater\\_Ruine\\_1881.jpg](http://de.academic.ru/pictures/dewiki/82/Ringtheater_Ruine_1881.jpg)  
letöltés dátuma: 2010.03.23.
6. ábra – Parisi Nagy Áruház épülete  
<http://budapestancient.freeblog.hu/files/pUntitled-1.jpg>  
letöltés dátuma: 2010.03.27.
7. ábra – Parisi Nagy Áruház épület tűzvész utáni állapota  
<http://budapestancient.freeblog.hu/files/P%C3%A1risi.jpg>  
letöltés dátuma: 2010.03.27
8. ábra – Menekülő személyek csoportosítása tűzvédelmi szempontból *saját ábra*
9. ábra – Menekülő személyek javasolt kiegészített csoportosítása tűzvédelmi szempontból *saját ábra*
10. és 11. ábra – Tornatermi mérési helyszín *saját ábra*
12. és 13. ábra – Osztályon történő mérési helyszín *saját ábra*
14. ábra - Az adott osztályközök mérési száma, grafikusán megjelenítve *saját ábra*
15. ábra - Tapasztalati szórásűrűség *saját ábra*
16. ábra - A kialakított trend ábrázolása *saját ábra*
17. ábra - Kerekesszéket használók mért sebességének gyakoriság eloszlása *saját ábra*
18. ábra - Egy könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása *saját ábra*
19. ábra - Két könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás) *saját ábra*
20. ábra - Járókeretet vagy rollátort használók mért sebességének gyakoriság eloszlása *saját ábra*
21. ábra - Segédeszköz nélkül közlekedők mért sebességének gyakoriság eloszlása *saját ábra*
22. ábra - Az ép és fogyatékos személyek sebességének gyakoriság eloszlása *saját ábra*
23. ábra – A főcsoportok mért sebességének gyakoriság eloszlása *saját ábra*
24. ábra - Teljes csoport mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoport) *saját ábra*
25. ábra - Teljes csoport mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás) *saját ábra*
26. ábra - Kerekesszéket használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoport) *saját ábra*
27. ábra - Kerekesszéket használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás) *saját ábra*
28. ábra - Egy könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoportok) *saját ábra*
29. ábra - Egy könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás) *saját ábra*
30. ábra - Két könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoportok) *saját ábra*
31. ábra - Két könyökmankót vagy botot használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás) *saját ábra*
32. ábra - Járókeretet vagy rollátort használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoportok) *saját ábra*
33. ábra - Járókeretet vagy rollátort használók mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás) *saját ábra*

34. ábra - Segédeszköz nélkül közlekedők mért sebességének gyakoriság eloszlása (férfi és nő alcsoportok) *saját ábra*
35. ábra - Segédeszköz nélkül közlekedők mért sebességének gyakoriság eloszlása (korosztályi megoszlás) *saját ábra*
36. ábra - Publikált és mért sebességének gyakoriság eloszlása (teljes minta) *saját ábra*
37. ábra - Publikált és mért sebességének gyakoriság eloszlása (egy könyökmankót vagy botot használók) *saját ábra*
38. ábra - Publikált és mért sebességének gyakoriság eloszlása (segédeszköz nélkül közlekedők) *saját ábra*
39. ábra – A személyek jellemző méretei  
*NFPA 101 Life Safety Code*  
*National Fire Protection Association, Quincy, 2006.A.7.3.4.1.1(b) ábra*
40. ábra – Sérült személyek jellemző méretei  
*David Adler: Metric Handbook: Planning and Design Data 2nd edition*  
*Reed Educational and Professional Publishing Ltd. Oxford 1999*  
*ISBN 0 7506 0899 4*  
*2.32, 2.33 és 2.34 ábrák*
41. ábra – Interperszonális távolsági zónák *saját ábra*
42. ábra – A LOS kategóriák képszerű ábrázolása  
*<http://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/pedbike/98107/section3.cfm>*
43. ábra – Kiinduló állapot (0 s) *saját ábra*
44. ábra – Kiürítés menete (30 s) *saját ábra*
45. ábra – Kiürítés vége a főbejáraton keresztül (81 s)
46. ábra – Kiinduló állapot (0 s) *saját ábra*
47. ábra – Kiürítés menete (30 s) *saját ábra*
48. ábra – Kiürítés vége a főbejáraton keresztül (~49 s) *saját ábra*
49. ábra – Kiinduló állapot (0 s) *saját ábra*
50. ábra – Kiürítés menete (30 s) *saját ábra*
51. ábra – Kiürítés menete (180 s) *saját ábra*
52. ábra – Kiürítés vége a hátsó kijáraton keresztül (~321 s) *saját ábra*
53. ábra – Kiinduló állapot (0 s) *saját ábra*
54. ábra – Kiürítés menete (60 s) *saját ábra*
55. ábra – Kiürítés menete (90 s) *saját ábra*
56. ábra – Kiürítés menete (180 s) *saját ábra*
57. ábra – Kiürítés vége a hátsó kijáraton keresztül (~259 s) *saját ábra*
58. ábra – Kiinduló állapot (0 s) *saját ábra*
59. ábra – Kiürítés menete (60 s) *saját ábra*
60. ábra – Kiürítés menete (120 s) *saját ábra*
61. ábra – Kiürítés vége a főbejáraton keresztül (~265 s) *saját ábra*

# TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. táblázat – Az építményekben keletkező tüzesetek %-os megoszlása az éves tüzesetekkel
2. táblázat - A fogyatékkal élők száma és aránya a teljes lakossághoz viszonyítva
3. táblázat - A fogyatékkal élők fogyatékoság szerinti száma
4. táblázat - Kiürítés TvMI E1 melléklet
5. táblázat – Megengedett távolságok
6. táblázat - Legkisebb szabad szélesség
7. táblázat - Ajtók legkisebb szabad szélessége
8. táblázat - Megengedett legnagyobb útvonalhossz
9. táblázat - Legkisebb szabad szélesség, belméret
10. táblázat - Nézőterek, előadótermek, rendezvénytermek szabályai
11. táblázat - Haladási sebességek meghatározása (1968)
12. táblázat – Kiürítési idők meghatározása (1974)
13. táblázat - Haladási sebességek meghatározása (1980)
14. táblázat – Kiürítési idők meghatározása (1980)
15. táblázat - A kiürítés megengedett időtartamai
16. táblázat - Átlagos haladási sebesség értékek
17. táblázat - Horizontális haladási sebesség értékek
18. táblázat - Vertikális haladási sebesség értékek
19. táblázat – Mérési értékek fontosabb számított jellemzői
20. táblázat – Mérési átlagok
21. táblázat – Az adott osztályköz mérési száma
22. táblázat - A mért és becsült átlag és szórás összefoglalása
23. táblázat - Kerekesszéket használók mérési eredményei
24. táblázat - Egy könyökmankót vagy botot használók mérési eredményei
25. táblázat - Két könyökmankót vagy botot használók mérési eredményei
26. táblázat - Járókeretet vagy rollátort használók mérési eredményei
27. táblázat - Segédeszköz nélkül közlekedők mérési eredményei
28. táblázat – Ép személyek haladási sebessége (korosztályi bontásban)
29. táblázat – Ép személyek haladási sebessége (összesített)
30. táblázat – Ép és fogyatékos személyek haladási sebessége
31. táblázat – A statisztikai próbák eredménye
32. táblázat - SFPE mérési értékek
33. táblázat - Publikált és saját mérési értékek összehasonlítása
34. táblázat - Kisterem helyiségcsoport kiürítés számítása
35. táblázat– Betegszoba helyiségcsoport kiürítés számítása
36. táblázat – Az interperszonális távolságok érzékelése
37. táblázat – A létszámsűrűség hatása a haladási sebességre
38. táblázat – A LOS kategóriákhoz tartozó számszerű értékhatárok
39. táblázat – Az alkalmazott személyi beállítások
40. táblázat – Szimulációs eredmények
41. táblázat - Publikált és saját mérési értékek összehasonlítása
42. táblázat - Fogyatékos személyek haladási sebessége (kutatási eredményeim)
43. táblázat - Fogyatékos személyek haladási sebessége (kutatási eredményeim)



# MELLÉKLETEK

## 1. MELLÉKLET – AZ ÁLTALAM ALKALMAZOTT KÉRDÉSSOR

A kutatásom során a méréseknél a sérült személyekről különböző alap adatokat gyűjtöttem, amelyeket anonim módon dokumentáltam le. Ennek során az alábbi információkat gyűjtöttem össze a részt vevő személyekről.

	kérdés	magyarázat	
	mérés sorszama	név helyett a mérés azonosítására	
helyszín	időpontja	dátum	
	helyszín	tornaterem vagy osztály megnevezése	
adott helyszínen mért távolság	gumi burkolaton	távolság megadása, m mértékegységben	
	macskakő burkolaton		
	rámpán		
	lépcsőn felfelé	szintmagasság, belépő és fellépő méretei, m mértékegységben lépcsőfokok száma	
	lépcsőn lefelé		
vizsgált személy	kor	év pontossággal, beteg bevallása alapján	
	nem	férfi vagy nő	
	foglalkozás	beteg bevallása alapján: pontosan megadva, vagy csak a jellegét rögzítve (fizikai, szellemi, ülőmunka, stb.)	
	erőnlét	beteg saját érzése szerint: gyenge, közepes, jó, kiváló	
	sérülés ideje	dátum, legalább év pontossággal	
	sérülés mértéke / típusa	a beteg elmondása alapján: az érintett végtag(ok)/testrész(ek) megnevezése vagy pontos (laikus) diagnózis	
segédeszköz	típusa	kerekesszék, mankó, bot, járókeret, rollátor, egyéb	
	használat kezdete	dátum vagy időszak	
mérések adatai	vízszintes haladás ideje	két-két mért időérték, másodperc pontossággal	
	lépcsőn haladás ideje	egy-egy mért időérték, felfelé és lefelé, másodperc pontossággal	

## 2. MELLÉKLET – A STATISZTIKAI SZÁMÍTÁSOK KÉPLETEI

### ▪ A KORRIGÁLT TAPASZTALATI SZÓRÁS ALKALMAZOTT KÉPLETE

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.1)$$

ahol

- s a korrigált tapasztalati szórás
- n a minta elemszáma
- $x_i$  a minta elemei
- $\bar{x}$  a sokaság átlaga

### ▪ A TÁBLÁZATKEZELŐ ÁLTAL ALKALMAZOTT SZÓRÁS SŰRŰSÉGFÜGGVÉNY

$$E(t, \bar{x}, s) = \frac{1}{\sqrt{2ts}} * e^{-\left(\frac{t-\bar{x}}{2s^2}\right)^2} \quad (2.2)$$

ahol

- t az érték, ahol az eloszlás számolandó
- $\bar{x}$  a minta átlaga
- s a minta szórás értéke

### ▪ GRAFIKUS NORMALITÁS VIZSGÁLAT, LINEÁRIS REGRESSZIÓ

Vizsgálom az egyenletes osztásban ( $\chi_i$ ) felvett mintahelyek esetében az  $y_i$  értékét, amelyet a táblázatkezelő inverz.stnorm függvénnyel képeztem az alábbi egyenletet alkalmazva (az adott valószínűség érték standard normális eloszlás függvényértékének inverze):

$$y_i = \text{inverz.stnorm}\left(\frac{k_i}{n}\right) \quad (2.3)$$

ahol

- $y_i$  a keresett függvényérték
- $\chi_i$  a választott mintahelyek (0,15-0,40-0,65-0,90-1,15-1,40-1,65)
- $k_i$  az adott  $\chi_i$  értéknél kisebb elemek száma a mintában
- n a minta elemeinek száma

A számított  $y_i$  értékeket grafikusán ábrázoltam és a táblázatkezelő segítségével a legkisebb négyzetek módszerét alkalmazva illesztettem rá lineáris trendvonalat, amelynél a táblázatkezelő számítása alapján adott az egyenes egyenlete és a korrelációs együttható.

▪ **A TÁBLÁZATKEZELŐ ÁLTAL ALKALMAZOTT MEREDKSÉG FÜGGVÉNY ÉS FÜGGVÉNYSZETI ÉRTÉK**

$$a = \bar{y} - b * \bar{x} \quad (2.4)$$

$$b = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sum(x-\bar{x})^2} \quad (2.5)$$

ahol

a	a regressziós egyenes és az y tengely metszéspontjának értéke
b	a regressziós egyenes meredksége
x	a független értékek halmazának eleme
$\bar{x}$	a független értékek halmazának átlaga
y	a függő értékek halmazának eleme
$\bar{y}$	a függő értékek halmazának átlaga

▪ **A TREND SZÓRÁSÉRTÉKÉNEK ÉS A VÁRHATÓ ÉRTÉKÉNEK BECSLÉSE**

$$s^* = \frac{1}{b} \quad (2.6)$$

$$m^* = -\frac{a}{b} \quad (2.7)$$

ahol

$s^*$	a becsült szórásérték
$m^*$	a becsült várható érték
a	a regressziós egyenes függvénymetszeti értéke
b	a regressziós egyenes meredksége

▪ **F PRÓBA**

Annak eldöntésére, hogy két normális eloszlású valószínűségi változó szórása megegyezik-e, F-próbát alkalmazok. A változók legyenek A és B független mintákból származóak és normális eloszlású valószínűségi változók., ahol a változók mintájának elemszáma n és m. (Az F eloszlás kritikus értékét a táblázatkezelő INVERZ.F függvényével számítottam.)

Vizsgálom a  $H_0: A(s) = B(s)$  nullhipotézist.

Az alkalmazott próbastatisztika, kétoldali ellenhipotézis feltételezésével:

$$F^* = \frac{s_n^2}{s_m^2} < F(1 - \alpha; n - 1; m - 1) \quad (2.8)$$

ahol

$s_n$  és  $s_m$  a minták korrigált tapasztalati szórása és  $s_n > s_m$

$F(1-\alpha;n-1;m-1)$  az F eloszlás kritikus értéke (n-1) és (m-1) szabadságfokkal,  $\alpha=95\%$  konfidencia szinten

▪ **EGYMINTÁS U PRÓBA**

Azt vizsgálom, hogy a normális eloszlású valószínűségi változó  $M()$  várható értéke adott  $m^*$  számmal egyenlő-e, vagyis a nullhipotézis  $H_0: M() = m^*$ .

Annak vizsgálata, hogy a nullhipotézis fennáll, kétszélű  $p=5\%$  szignifikancia szinten vizsgálom az alábbi összefüggést:

$$|u| \leq u_{1-\frac{p}{2}} \quad \text{ahol } u_{1-\frac{p}{2}} = 1,96 \quad \text{a standard normális eloszlás táblázat alapján.}$$

A vizsgálatot táblázatkezelő Z.PRÓBA függvényével végeztem el, az alábbiak szerint:

$$u = 2 * \min(z.próba(x, m^*, s^*), 1 - z.próba(x, m^*, s^*)) \quad (2.9)$$

$$z.próba(x, m^*, s^*) = 1 - strnormeloszl\left(\frac{m^*-x}{s^*-\sqrt{n}}\right) \quad (2.10)$$

$$strnormeloszl(c) = \frac{1}{\sqrt{2*\pi}} * e^{-\frac{c^2}{2}} \quad (2.11)$$

ahol

- x a vizsgált minta elemei
- $m^*$  a becült várható érték
- $s^*$  a becült szórásérték
- n a vizsgált minta elemszáma
- c a függvény vizsgálati helye, azaz  $c = \frac{m^*-x}{s^*-\sqrt{n}}$

▪ **KÉTMINTÁS U PRÓBA**

Azt vizsgálom, hogy két független mintából származó, normális eloszlású valószínűségi változó  $M()$  és  $N()$  várható értéke egyenlő-e, vagyis a nullhipotézis  $H_0: M() = N()$ .

Annak vizsgálata, hogy a nullhipotézis fennáll, kétszélű  $p=5\%$  szignifikancia szinten vizsgálom az alábbi összefüggést:

$$|u| \leq u_{1-\frac{p}{2}} \quad \text{ahol } u_{1-\frac{p}{2}} = 1,96 \quad \text{a standard normális eloszlás táblázat alapján.}$$

A vizsgálatot a kétmintás u-statisztika alkalmazásával végeztem el, az alábbiak szerint:

$$u = \frac{\bar{x}-\bar{y}}{\sqrt{\frac{s_n^2}{n} + \frac{s_m^2}{m}}} \quad (2.12)$$

ahol

- $\bar{x}$  és  $\bar{y}$  a minta átlaga
- n és m a vizsgált minták elemszáma
- $s_n$  és  $s_m$  a minták korrigált tapasztalati szórása

### ▪ INTERVALLUM BECSLÉS

A minta elemek képzett, normális eloszlású sokaság várható értékének becslését végeztem el ( $m_{ah}$  és  $m_{fh}$ ). A várható valószínűségi határt 95%-ban határoztam meg, azaz a kapott érték 95%-os valószínűséggel fog a meghatározott alsó és felső határ közé esni. A minta szórása ismert ( $s$ ) és a minta elemszáma  $n$ .

A mintából képzett standard hibát az alábbi képlet szerint számítottam:

$$st = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.13)$$

ahol

$s$  a minta szórása

$n$  a minta elemszáma

A várható eltérés számítását az alábbiak szerint végeztem:

$$\Delta x = u_{1-\frac{p}{2}} * st \quad (2.14)$$

ahol

$\Delta x$  a várható eltérés

$u_{1-\frac{p}{2}} = 1,96$  a standard normális eloszlás táblázat alapján.

$st$  a számított standard hiba

Az intervallum határokat az alábbiak szerint számítottam:

$$x_{ah} = \bar{x} - \Delta x \quad (2.15)$$

$$x_{fh} = \bar{x} + \Delta x \quad (2.16)$$

ahol

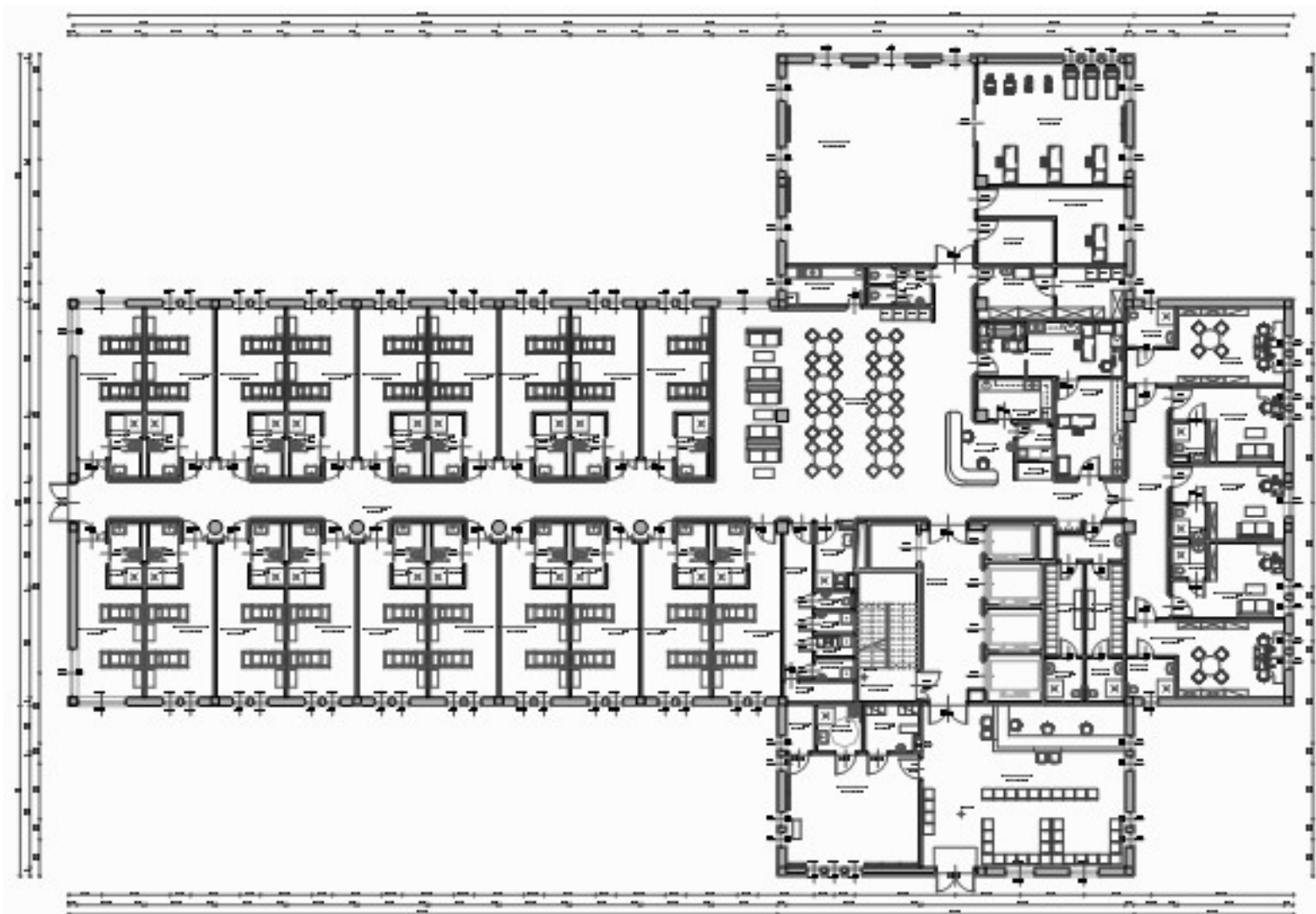
$x_{ah}; x_{fh}$  a becsült intervallum keresett alsó és felső határa

$\bar{x}$  a minta számított átlaga

$\Delta x$  a várható eltérés

## 3. MELLÉKLET – SZIMULÁCIÓK EREDMÉNYEI (VIDEÓ)

#### 4. MELLÉKLET – ÉPÍTÉSZETI ALAPRAJZ



# KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Mindenekelőtt hálával tartozom a családomnak a belém vetett rendíthetetlen bizalmukért, és mindenkori támogatásukért. Különösen feleségemnek Veresné Rauscher Juditnak, aki két kisgyermek mellett is széleskörű elméleti tudásával és gyakorlati tapasztalataival is nélkülözhetetlen segítséget nyújtott kutatásom elvégzéséhez. Köszönöm a bátorítást édesapámnak Dr. Veres Györgynek.

Köszönetet szeretnék mondani témavezetőmnek, Dr.habil. Kovács Tibornak, aki lehetővé tette, hogy elkészítsem doktori dolgozatomat. Köszönöm, hogy doktorandusz éveim alatt állandó bizalmát és szüntelen támogatását élvezhettem.

Köszönettel tartozom az Országos Orvos Rehabilitációs Intézet etikai bizottságának, hogy lehetőséget adtak arra, hogy az Országos Orvos Rehabilitációs Intézetben végezhessem kutatásaimat. Köszönöm az intézet gyógytornászainak segítségét különösképpen Lakatos Emesének, aki megszervezte az osztályokon a mérések időpontjait és a résztvevőket. Köszönöm az intézményben tartózkodó lelkes "fogyatékos" személyek önzetlen közreműködését a kutatás során.

Szeretnék köszönetet mondani Dr. Árvai-Homolya Szilvia egyetemi docensnek a matematikai statisztikai feldolgozáshoz nyújtott segítségéért.

Hálás köszönettel tartozom az értekezésem hivatalos bírálóinak Dr. Nagy Rudolfnak és Dr. Takács Lajos Gábornak, hogy kritikai észrevételeikkel támogattak.

Végül, de nem utolsósorban, szeretném megköszönni barátaim, munkatársaim támogatását.