

VERESNÉ RAUSCHER JUDIT  
SZAKDOLGOZAT

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
ÉPÍTÉSZMÉRNÖKI KAR  
ÉPÜLETSZERKEZETTANI TANSZÉK  
ÉPÜLETENERGETIKAI ÉS ÉPÜLETGÉPÉSZETI TANSZÉK

SZAKDOLGOZAT

BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM  
ÉPÍTÉSZMÉRNÖKI KAR  
ÉPÜLETSZERKEZETTANI TANSZÉK  
ÉPÜLETENERGETIKAI ÉS ÉPÜLETGÉPÉSZETI TANSZÉK

VERESNÉ RAUSCHER JUDIT

SZAKDOLGOZAT

Sportlétesítmények kiürítésének tervezése –  
nemzetközi és hazai előírások, valamint a hagyományos és  
mérnöki módszerek összehasonlítása

Konzulens:

*Wagner Károly*  
tűzoltó alezredes  
BM OKF Tűzvédelmi Főosztály

Témavezető:

*Dr. Takács Lajos Gábor Phd*  
egyetemi docens  
BME Építésmérnöki Kar  
Épületszerkeztani Tanszék

Budapest, 2015

Szerzői jog ©Veresné Rauscher Judit, 2015.

Név:	<b>Veresné Rauscher Judit</b>	Neptun kód:	<b>FYJB48</b>
Képzés:	<b>tűzvédelmi tervezési szakmérnök</b>	Szemeszter:	<b>2012/2013</b>
Szakirány:		Nyilvánt.sz.:	
Cím:	<b>Sportlétesítmény kiürítésének tervezése</b>		
A feladat leírása:			
<p>Foglalja össze a sportlétesítmények tervezésére vonatkozó hazai és nemzetközi jogszabályokat, javaslatokat, szakirodalmi információkat. Értékelje ki ezeket a kiürítés tervezés szempontjainak figyelembe vételével.</p> <p>Dolgozzon fel egy példa épületet, alakítson ki kiürítési koncepciót a konkrét esetre. Ellenőrizze a koncepció helyességét a norma szerinti számítási módszerekkel és mérnöki megközelítéssel is, majd hasonlítsa össze a kapott eredményeket. Értékelje az ellenőrzési módszereket és az eredményeket.</p>			
Témavezető: Dr. Takács Lajos Gábor Phd			
Konzulens(ek): Wagner Károly, Szikra Csaba			
A feladat kiadásának időpontja:		2013. február	
A feladat beadásának határideje:			
a szakirány részéről		dékán	



## NYILATKOZATOK

### *Beadhatósági nyilatkozat*

A jelen tervezési feladat az elvárt szakmai színvonalnak mind tartalmilag, mind formailag megfelel, beadható.

Budapest, 2015. március 16.

*Wagner Károly*  
tűzoltó alezredes  
külső konzulens

*Dr. Takács Lajos Gábor Phd*  
egyetemi docens  
témavezető

### *Elfogadási nyilatkozat*

Ezen tervezési feladat a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Épületenergetikai és Épületgépészeti tanszék által a Szakdolgozat feladatokra előírt valamennyi tartalmi és formai követelménynek maradéktalanul eleget tesz. E feladatot bírálatra és nyilvános előadásra alkalmasnak tartom.

A beadás időpontja: 2015. március 16.

*Szakra Csaba*  
tudományos munkatárs  
belső konzulens

### *Nyilatkozat az önálló munkáról*

Alulírott, *Veresné Rauscher Judit* (FYJB48), a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem hallgatója, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és sajátkezű aláírással igazolom, hogy ezt a szakdolgozatot meg nem engedett segítség nélkül, saját magam készítettem, szakdolgozat feladatomban csak a megadott forrásokat használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem.

Budapest, 2015. március 16.

*Veresné Rauscher Judit*  
szigorló hallgató





# TARTALOMJEGYZÉK

<b>1. BEVEZETÉS</b> .....	<b>1</b>
1.1. CÉLKITŰZÉSEK .....	1
1.2. ÁTTEKINTÉS .....	1
1.2.1. <i>Elvek és módszerek</i> .....	1
1.2.1.1. Első feladatrész .....	1
1.2.1.2. Második feladatrész .....	2
1.2.1.3. Harmadik feladatrész .....	2
1.2.2. <i>Alap feltevések</i> .....	2
<b>2. JOGSZABÁLYI ÉS SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS</b> .....	<b>3</b>
2.1. TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉS .....	3
2.2. MAGYARORSZÁGI JOGSZABÁLYOK ÉS AJÁNLÁSOK .....	6
2.2.1. <i>Magyarország alaptörvénye és a Tűzvédelmi törvény</i> .....	6
2.2.2. <i>A 28/2011. (IX. 6.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi szabályzatról</i> .....	7
2.2.2.1. Kiürítéshez kapcsolódó általános követelmények .....	7
2.2.2.2. Sportcsarnokok és stadionok .....	11
2.2.2.3. A jogszabályi előírások értékelése kiürítési szempontból .....	11
2.2.3. <i>Új Országos Tűzvédelmi Szabályzat</i> .....	12
2.2.3.1. Kiürítéshez kapcsolódó általános követelmények .....	12
2.2.3.2. Lelátók, nézőterek - sportcsarnokok és stadionok .....	15
2.2.3.3. Az előírások értékelése kiürítési szempontból .....	16
2.2.4. <i>Tűzvédelmi Műszaki Irányelv – Kiürítés</i> .....	16
2.2.4.1. A kiürítéshez kapcsolódó általános javaslatok .....	17
2.2.4.2. A sportlétesítményekkel kapcsolatos javaslatok .....	18
2.2.4.3. A TvMI javaslatainak értékelése kiürítési szempontból .....	18
2.2.5. <i>MSZ EN 13200-1 szabvány</i> .....	20
2.2.5.1. Szabványi javaslatok .....	20
2.2.5.2. A szabvány szövegének értékelése .....	20
2.2.6. <i>Magyar Labdarúgó Szövetség biztonsági ajánlásai</i> .....	21
2.2.6.1. Elektronikus beléptetési rendszer .....	21
2.2.6.2. Videó megfigyelési rendszer, vezetési pont .....	21
2.2.6.3. Az MLSZ ajánlások értékelése kiürítési szempontból .....	22
2.3. NEMZETKÖZI SZAKIRODALOM ÉS AJÁNLÁSOK SPORTLÉTESÍTMÉNYEK KIALAKÍTÁSÁHOZ .....	22
2.3.1. <i>Stadia – a design and development guide</i> .....	22
2.3.2. <i>UEFA 2020 ajánlás</i> .....	23
2.3.3. <i>'Zöld Könyv'</i> .....	26
2.3.3.1. A biztonságos befogadóképesség .....	26
2.3.3.2. Komplex közlekedési rendszer .....	26
2.3.3.3. Közlekedő rendszerek fő elemei .....	27
2.3.3.4. Kilépési rendszer és kiürítés .....	28
2.3.3.5. Kiürítéshez kapcsolódó egyéb tűzvédelmi javaslatok .....	31
2.3.3.6. Az ajánlások értékelése .....	32
2.3.4. <i>Accessible Stadia</i> .....	34
<b>3. SZÁMÍTÓGÉPES KIÜRÍTÉS SZIMULÁCIÓS PROGRAMOK</b> .....	<b>35</b>
3.1. EURÓPAI IRÁNYELV ÉPÜLETEK KIÜRÍTÉSÉHEZ .....	35
3.1.1. <i>A kiürítés tervezés lehetőségei</i> .....	36
3.1.2. <i>A meneküléshez szükséges idő meghatározása</i> .....	36
3.1.3. <i>A modellező program kiválasztása</i> .....	38
3.1.4. <i>Az európai ajánlások értékelése</i> .....	40
3.2. NIST ELEMZÉS - ÖSSZEHASONLÍTÁS ÉS JAVASLATOK .....	40
3.2.1. <i>A tanulmányban szereplő értékelés szempontok</i> .....	41
3.2.2. <i>A tanulmány értékelése</i> .....	42
3.3. IMO 1238 AJÁNLÁS .....	43
3.3.1. <i>A komponensek ellenőrzése</i> .....	43

3.3.2.	<i>Funkcionális ellenőrzés</i> .....	43
3.3.3.	<i>Minőségi ellenőrzés</i> .....	44
3.3.4.	<i>Mennyiségi ellenőrzés</i> .....	44
3.4.	TŰZVÉDELMI MŰSZAKI IRÁNYELV – SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓK.....	44
3.5.	PATHFINDER 2014.....	45
3.5.1.	<i>A program tulajdonságai</i> .....	45
3.5.2.	<i>Futtatási lehetőségek és ismétlődés</i> .....	46
3.5.3.	<i>Geometriai adatok</i> .....	47
3.5.4.	<i>A személyek adatai és elhelyezése</i> .....	47
3.5.5.	<i>Speciális beállítások</i> .....	48
3.5.6.	<i>Szimulációs programok eredményei</i> .....	48
<b>4.</b>	<b>EGY TERVEZETT SPORTCSARNOK KOMPLETT KIÜRÍTÉSI KONCEPCIÓJA</b> .....	<b>49</b>
4.1.	AZ ÉPÜLET RÖVID ISMERTETÉSE ÉPÍTÉSZETI ÉS TŰZVÉDELMI SZEMPONTBÓL.....	49
4.2.	KIÜRÍTÉSI VÁLTOZATOK .....	50
4.3.	RÉGI OTSZ SZERINTI KIÜRÍTÉS SZÁMÍTÁS.....	52
4.3.1.	<i>A kiürítés ellenőrzés az 1M kiürítési változat esetén</i> .....	52
4.3.2.	<i>A kiürítés ellenőrzés a 2R kiürítési változat esetén</i> .....	53
4.3.3.	<i>A kiürítés ellenőrzés összefoglalása</i> .....	53
4.4.	AZ ÚJ OTSZ SZERINTI KIÜRÍTÉS ELLENŐRZÉS .....	54
4.4.1.	<i>Geometriai ellenőrzés</i> .....	54
4.4.2.	<i>TvMI számítás alapján történő ellenőrzés</i> .....	54
4.4.2.1.	<i>A kiürítés ellenőrzés az 1M kiürítési változat esetén</i> .....	55
4.4.2.2.	<i>A kiürítés ellenőrzés a 2R kiürítési változat esetén</i> .....	55
4.4.3.	<i>A kiürítés ellenőrzés összefoglalása</i> .....	56
4.5.	AZ ÉPÜLET SZÁMÍTÓGÉPPEL KÉSZÍTETT TŰZ- ÉS FŰSTTERJEDÉSI SZIMULÁCIÓJA .....	56
4.6.	SZÁMÍTÓGÉPES KIÜRÍTÉSI SZIMULÁCIÓ.....	57
4.6.1.	<i>Modellezési paraméterek</i> .....	57
4.6.2.	<i>Modelltér kialakítása</i> .....	59
4.6.3.	<i>Szimulációs eredmények bemutatása</i> .....	60
4.6.3.1.	<i>1M változat eredménye</i> .....	60
4.6.3.2.	<i>A 2R változat eredményei</i> .....	64
4.6.3.3.	<i>A 3D változat eredményei</i> .....	66
4.6.3.4.	<i>A mértékadó eredmények</i> .....	69
4.7.	A SZÁMÍTÁSI ÉS SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK ÖSSZEVEZÉSE .....	70
<b>5.</b>	<b>ÖSSZEFOGLALÁS</b> .....	<b>72</b>
5.1.	EREDMÉNYEK .....	72
5.1.1.	<i>Jogszabályi és szakirodalmi áttekintés</i> .....	72
5.1.2.	<i>A számítógépes kiürítés modellezés</i> .....	73
5.1.3.	<i>A konkrét épület vizsgálata</i> .....	73
5.2.	TANULSÁGOK ÉS JAVASLATOK .....	74
5.2.1.	<i>Sportlétesítményekre vonatkozó előírások</i> .....	74
5.2.2.	<i>Számítási metódus</i> .....	75
5.2.3.	<i>Számítógépes modellezés</i> .....	76
<b>6.</b>	<b>MELLÉKLETEK</b> .....	<b>77</b>
1.	MELLÉKLET – KIVONAT A NIST TANULMÁNYÁBAN SZEREPLŐ PROGRAMOK TULAJDONSÁGAI RÓL .....	77
2.	MELLÉKLET – AZ IMO 1238 AJÁNLÁS MELLÉKLETÉBEN SZEREPLŐ TESZTFELADATOK RÉSZLETESEBB LEÍRÁSA .....	79
3.	MELLÉKLET – RÉSZLETES KIÜRÍTÉS SZÁMÍTÁSOK AZ OTSZ ÁLTAL ELŐÍRT MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL.....	81
4.	MELLÉKLET – RÉSZLETES KIÜRÍTÉS SZÁMÍTÁSOK A TVMI ÁLTAL MEGHATÁROZOTT MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL.....	84
<b>7.</b>	<b>FELHASZNÁLT FORRÁSOK</b> .....	<b>87</b>
<b>8.</b>	<b>SUMMARY</b> .....	<b>89</b>

## ELŐSZÓ

*A megelőző tűzvédelem egyik lényeges területe az épületek és építmények kiürítésének és kiüríthetőségének tervezése, ezzel a bent tartózkodó személyek életének védelme.*

*A sportlétesítmények és stadionok különleges helyzetben vannak mind építészeti, mind tűzvédelmi szempontból. A nagy külső és belső tereket jelentenek és sok ember – néző és sportoló – befogadására alkalmasak, amely tulajdonságok megfelelően átgondolt tervezést igényelnek.*

*A téma aktualitását szolgáltatja többek között az is, hogy jelenleg Magyarországon több jelentős beruházás zajlik állami segítséggel, amelyek során létrehozott létesítmények a következő legalább 10-20 évben meghatározóak lesznek a sportéletben.*

*A hagyományos és mérnöki módszerek összehasonlítása a mérnöki módszerek folyamatos – világszerte megfigyelhető – fejlődése miatt válnak aktuálissá, amely gondolkodásbeli változás megfigyelhető a magyarországi eddigi és tervezett jogszabályváltozásokban is.*

\* \* \*

### Köszönetnyilvánítás

*Köszönetemet szeretném kifejezni mindazoknak, akik a szakdolgozatom készítésében segítséget nyújtottak számomra.*

*Skardelli György építész vezető tervezőnek (Köztí Zrt.), amiért lehetővé tette a vezetésével készített multifunkcionális sportcsarnok terveinek felhasználását jelen szakdolgozathoz.*

*Balogh Richárdnak és Zellei János igazgató úrnak (Dunamenti Tűzvédelem Zrt.), amiért lehetővé tették a multifunkcionális sportcsarnok számítógépes füstelvezetési szimuláció eredményeinek felhasználását jelen szakdolgozathoz.*

*Férjemnek, Veres György tűzoltó alezredesnek, a szakmai segítségéért és támogatásáért, amit a kutatási munkában és a kiürítés témakörének megismerésében nyújtott.*

*Budapest, 2015. március 16.*

*Veresné Rauscher Judit*



# 1. BEVEZETÉS

## 1.1. CÉLKITŰZÉSEK

Jelen szakdolgozatban a sportlétesítmények tervezése során felmerülő tűzvédelmi kérdéseket és azok javasolt megoldásait szeretném feldolgozni. A téma szerteágazó jellege miatt elsősorban a kiürítéshez szorosan kapcsolódó témaköröket kívánom feldolgozni, amelyek átfogó és egymásra ható ismerete szükséges egy ilyen létesítmény kiürítési koncepciójának kidolgozásához.

## 1.2. ÁTTEKINTÉS

A sportlétesítmények tervezéséhez rengeteg elméleti és gyakorlati tapasztalat alapján kidolgozott javaslatot kell és érdemes ismerni. Ezen ismeretek folyamatosan változnak és fejlődnek a kor és a környezet hatásaira, amelyet igyekeztem a kezdetektől napjainkig megfigyelni és dokumentálni.

Emellett az utóbbi évtizedben a technika rohamos fejlődésének hatására a számítógépes támogatás jelentősége is megnőtt, amelyet napjainkban egyre szélesebb körben alkalmazunk a tűzvédelmi tervezés során is. Ennek megfelelően a fejlődés és a jelenlegi állapot ismertetése is szerves részét képezi a rendelkezésre álló lehetőségek megértésének és alkalmazhatóságának.

Az elméleti információk ismerete mellett a gyakorlati alkalmazás és alkalmazhatóság vizsgálatát is fontos szempontnak tartom. Ennek bemutatására egy konkrét – tervezés alatt álló – épület alapján szeretném bemutatni a Magyarországon alkalmazható kiüríthetőség igazolások közötti eltérést.

### 1.2.1. *Elvek és módszerek*

A szakdolgozat írása során a három részfeladat kialakításában eltérő munkamódszer alkalmazását tartom célszerűnek.

#### 1.2.1.1. *Első feladatrész*

A biztonságos sportlétesítmények tervezéséhez kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalom, jogszabályok, szabványok és tervezési javaslatok ismertetése mellett fontos azok tartalmának értékelése a hazai viszonyokban történő alkalmazhatóság szempontjából.

Célom bemutatni és összehasonlítani a fellelhető szakirodalmi javaslatokat, valamint értékelni azok azonosságait és különbözőségeit.

### *1.2.1.2. Második feladatrész*

A számítógépes kiürítés modellezés lehetősége az utóbbi évek nemzetközi szintű rohamos fejlődése és fejlesztése miatt lehetséges. A modellező programok átfogó és mélyreható ismerete szükséges az azok által szolgáltatott eredmények megfelelő értelmezéséhez és megítéléséhez.

Céлом bemutatni a számítógépes kiürítés modellezés fejlődését és lehetőségeit a mai viszonylatokban, valamint röviden ismertetni a jelenleg a BM OKF <sup>1</sup>részéről elfogadott egyik menekülés szimulációs programot (Pathfinder - Thunderhead Engineering Ltd.), annak lehetőségeit és korlátait.

### *1.2.1.3. Harmadik feladatrész*

Az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló belügyminisztériumi rendeletek alapján az építmények kiüríthetőségét a jogszabályban meghatározott számítási módszerrel vagy számítógépes kiürítési szimulációval szükséges igazolni. Ezen lehetőségek konkrét bemutatásához egy tervezés alatt álló, zárt sportcsarnokot választottam, amelyet mindkét lehetőség alapján meg kívánok vizsgálni.

Céлом a hagyományos és a mérnöki módszerek bemutatására és eredményeinek és lehetőségeinek összehasonlítása.

## **1.2.2. Alap feltevések**

A szakdolgozat készítése során a nemzetközi és magyar előírások és javaslatok között várhatóan jelentős eltérések tapasztalhatóak majd. Ennek elsődleges oka szerintem, hogy Magyarországon a közelmúltig kevés nagyobb sportlétesítmény épült a 1950-1970-es éveket követően. Ezzel szemben nemzetközi szinten folyamatosan épülnek nagyobb stadionok (a rendszeresen tartott nemzetközi kupák és olimpiák miatt jellemzően), ami magával hozza az előírások és javaslatok folyamatos fejlődését is.

A számítógéppel segített tűzvédelmi tervezés a közelmúltban kialakult szakterület, amely Magyarországon csak az utóbbi 3-4 évben jelent meg igényként és lehetőségként. Ennek megfelelően – a kiürítés modellezés tekintetében még inkább – még nincsenek széleskörű hazai tapasztalatok vagy összehasonlító elemzések, amelyek segítenék a szakmai protokollok kialakítását.

---

<sup>1</sup> BM OKF: Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

## 2. JOGSZABÁLYI ÉS SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

### 2.1. TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉS

A tűzvédelem történeti fejlődését áttekintve a kiürítés kérdésköre jellemzően mindig nagyobb befogadó képességű épületek esetén került előtérbe és sajnos jellemzően egy-egy nagyobb, több halálesetet követelő katasztrófát követően történt szabályozás.

Már az ókori Egyiptomban is létezett a sport, de sportpályákról a mai tudomány álláspontja szerint nincs tudomásunk [1].

A mai modern sportlétesítmények építészeti tömeg kialakítását az ókori görög stadionok és lóversenypályák alapozták meg. A stadionok rokonságban állnak az ókori színházakkal, ugyanis nem mások, mint a színház meghosszabbított karjai [2]. Az egyik legnagyobb fennmaradt terület a Peloponnészoszi-félszigeten található templom komplexumoknak, amely egyben egy nagy találkozó helye volt az egész görög világnak. A szigeten zárt és nyitott sportpályák is létesültek. A nézőket először egy sorban majd két sorban helyezték el, azonban a népszerűség következtében a befogadó képességet a lépcsőzetes elrendezéssel tudták növelni, így elérték akár 45000 fő elhelyezését.

A görög stadionokat és futó versenypályákat U alakúra építették, változó hosszal (Delphi 183 m, Olympia 192 m). A mai napig is használt minta, a „félkör alakú színház”, amelyet domboldalban kialakított ülésekkel hoztak létre vagy mesterségesen építették ki sík terepen. Sík terepen létesült az epheszosi, delphoi és athéni stadion. A Delphi majdnem 183 m hosszú és 28 m széles volt, a külső oldalon egymás felett elhelyezett ülésorokkal. Az athéni stadion i.e. 331-ben épült és 160-ban az újkori olimpiai játékok érdekében a felújítás során eredeti formájában, 46 sorban 50000 személyt tudott befogadni.

Az olimpiai stadion mellett voltak sokkal nagyobb lovas szekér versenypályák, amelyek ősei a modern atlétikai pályáknak és a kör alakú épületeknek. A lóversenypályákon tartották a ló és szekérhajtó versenyeket, amely durván 198-228 m hosszú és 37 m szélesek voltak. A régészeti feltárások során stadionok előkerültek, de hippodrom<sup>2</sup> nem maradt fenn (valószínűsíthető, hogy ezek az épületek oly nagyok voltak, hogy csak fából lehetett elkészíteni gazdaságosan.)

---

<sup>2</sup> hippodrom: görög és római földön versenyter a lóverseny és kocsiverseny számára. A *hippodrom* szó a görög *hipposz* (ló) és *dromosz* (futás, vágta) szóból ered.

A római birodalom idejében két jellemző sportépület alakult ki: az amfiteátrum és a cirkusz [3]. Az amfiteátrum formát nagy nézőszám befogadására kifejlesztették ki, azaz az elliptikus arénát<sup>3</sup> valamint az arénát minden oldalról körülvevő magasan emelkedő üléseket. A forma valójában két görög színház összeforgatása, amelyből ellipszist képeztek, így a szintek lehetővé tették a nézők számára a megfelelő rálátást az arénában folyó eseményre. Később a lejtős terepeket már nem vették igénybe, hanem önálló épületeket építettek, először fából, majd i.sz. első században kő és beton alapanyagból. Az egyik leghíresebb, ma is fennálló épület a római Flavius Amfiteátrum - más néven Colosseum - amely építését i.sz. 70 – 82 között végezték. Az épület egy 198 m hosszú 155 m széles négyemeletes ellipszis, amely 48000 ember befogadására volt képes. Az aréna 88 m hosszú 55 m széles ellipszis, amelyet 4,6 m magas fal vett körül. Az arénát gladiátor és egyéb más szórakozási lehetőségre használták, képesek voltak vízzel feltölteni a hajók részére tengeri csaták rendezése érdekében, valamint a nézőtér fölött vászonnal befedni. Ezek az elemek a mai bevásárlószórakoztató központok alapjait jeleníti meg. Ezt a befogadó képességet a XX. századig egyik épület sem lépte túl.

Érdekesség, hogy – bár nem maradt fel olyan adat, hogy tudatosan a kiürítés érdekében – olyan kialakítással, bejáratokkal készültek ezek a nagy kő építmények, a tudósok úgy vélik, hogy a széles árkádok segítségével az egész amfiteátrum percek alatt kiüríthető volt a játékokat követően. Az épületben megjelenő nézők részére fentről szintenként növekvő közlekedőket létesítettek

A cirkusz a görög lóversenypályából alakult ki, a legnagyobb Rómában volt - a Circus Maximus -, amely szintén U alakú volt egyenes végén a bejárattal. Az alsó üléseket kőből, míg a felső üléseket fából készítették. Befogadóképességét állóhelyekkel együtt 250-300000 főre becsülik. Az építményben lovas- és lovas kocsiverse nyeket, tengeri csatákat és atlétikai küzdelmeket rendeztek.

A kereszténység terjedésével Európában az építészet a vallási megváltással kapcsolatos épületek felé tolódott el. Sok római épület építőanyagként szolgált vagy az enyészetté vált. Egyes épületekben piacokat vagy kis városokat alakítottak ki (pl. Arles). Az emberek szórakoztatására nem épült épület és meglévőket sem használták erre a célra. A lovagi tornákon a résztvevők nézők száma elhanyagolható a római rendezvényekhez képest.

A középkort követően a stadionokat „téli álmukból” az ipari forradalom ébresztette fel. A szórakozásra növekvő kereslet mutatkozott, amelyet a vállalkozók próbáltak kielégíteni. Az új építési technológiák (acélszerkezetek) lehetővé tették a stadionok és zárt nagy létszám befogadására alkalmas épületeket.

---

<sup>3</sup> aréna: a latin homok szóból származik, utalva, hogy a kifolyt vért homokkal fedték le.



A stadionok építése irányába a legnagyobb lökést Pierre de Coubertin báró kezdeményezésére újra éledő olimpiai játékok megrendezése adta, amely újkori olimpiák kezdetének időszámítása 1896-ban Athénban kezdődött. Ziller német építész feltárta és tanulmányozta az ókori görög stadiont, amelyet átépítettek hagyományos U alakúra és a teraszokon lévő ülőhelyekre 50000 főt tudtak elhelyezni.

Manapság a modern stadionok a labdarúgó mérkőzéseknek, mint a világon az egyik legnépszerűbb sporteseményeknek helyt adó épületek. Sajnos ilyen jellegű épületekben is előfordulnak tűzesetek, amelyeket a 1. táblázat foglalja össze [4].

időpont	helyszín	áldozatok száma (halott/sérült)	időpont	helyszín	áldozatok száma (halott/sérült)
1902	Glasgow, UK	25 / 517	1989	Hillsboro, UK	96/400
1914	Hilsborough, UK	0 / 75	1991	Orkney, Dél-Afrika	40/50
1946	Bolton, UK	33/500	1991	Nairobi, Kenya	1/24
1961	Glasgow, UK	3/35	1992	Bastia, Korzika	17/190
1964	Lima, Peru	350/500	1996	Lusaka, Zambia	9/78
1967	Kayseri, Törökország	48/602	1996	Guatemala City	83/180
1968	Buenos Aires	72/113	1999	Alexandria, Egyiptom	11/0
1971	Glasgow, UK	66/140	2000	Monrovia, Liberia	3/0
1974	Kairó, Egyiptom	49/47	2000	Harare, Zimbabwe	13/0
1975	Moszkva, Szovjetunió	20/0	2000	Brazil	0/200
1982	Algír, Algéria	8/600	2000	Ellis Park, Dél-Afrika	47/200
1985	Brüsszel, Belgium	39/470	2001	Lubumbashi, Kongó	8/0
1985	Bradford, UK	57/200	2001	Ghana, Nyugat-Afrika	126/0
1985	Mexico City, Mexikó	10/30	2001	Elefántcsontpart	1/39
1987	Tripoli,	20/16	2004	Beijing, Kína	0/0
1988	Katmandu, Nepál	93/100	2005	Teherán, Irán	5/40

1. táblázat - sérüléssel járó stadion tűzesetek

A modern stadionoknál elvárt, hogy többfunkciós eseményközpontok legyenek. A jelenkori stadionok a vendégek számára nem csak nézőteret, hanem vendéglátó egységeket (büféket, éttermeket), kereskedelmi egységeket (ruhákat, cipőket, ajándéktárgyakat), sportolási lehetőségeket (futó pályát, edző termeket), adminisztratív munkákhoz irodai területeket, továbbá a gépjárművek részére akár többszintes mélygarázsban parkolási lehetőségeket is biztosítanak. Ezen felül egyéb speciális rendeltetés is előfordulhat, mint szálláshely vagy sport múzeum. Emellett a sporteseményeken kívül különféle kulturális eseményeknek (koncert, színházi előadás, vallási gyülekezés stb.) is otthont adnak rendszeresen. Ebből adódóan az építészeti tűzvédelmi tervezés és kiürítés tervezés igen fontossá vált az épületkialakítás koncepció során. Ahogy a stadionok egyre komplexebbé válnak, úgy a beépítésre kerülő építési termékekre is egyre szigorúbb tűzállósági követelmények vonatkoznak.

## 2.2. MAGYARORSZÁGI JOGSZABÁLYOK ÉS AJÁNLÁSOK

A jelenleg érvényes jogi szabályozás a Tűzvédelmi törvény, az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló rendelet, a hozzá tartozó Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek, valamint a lelátókról szóló MSZ EN szabvány, amely mellett egyéb jogi, szakmai ajánlás nincsen érvényben itthon.

### 2.2.1. Magyarország alaptörvénye és a Tűzvédelmi törvény

Magyarország Alaptörvényének a Szabadság és Felelősség fejezetében a IV. cikk (1) bekezdés szerint *„Mindenkinek joga van a szabadsághoz és a személyi biztonsághoz.”*

A tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról szóló 1996. évi XXXI. törvény alapvetően általánosságban fogalmazza meg a tűzbiztonsági előírásokat, ezen belül a kiürítésre vonatkozóan nem találunk konkrét előírást.

Magánszemélyekre vonatkozó előírások:

*„15. § (1) A magánszemélyeknek meg kell ismerniük és meg kell tartaniuk, illetőleg meg kell tartatniuk a tulajdonukban, használatukban levő épületek, lakások, járművek, gépek, berendezések, eszközök és anyagok használatára és működtetésére vonatkozó tűzmelegelőzési szabályokat.*

*17. § A magánszemélyek kötelesek gondoskodni arról, hogy a nevelésük, felügyeletük alatt álló személyek a 15. § (1) bekezdésében foglalt tűzvédelmi ismereteket megszerezzék, és tevékenységük során ne okozzanak tüzet vagy közvetlen tűzveszélyt.”*

Gazdálkodó tevékenységet folytató magánszemélyekre, a jogi személyekre, a jogi és magánszemélyek jogi személyiséggel nem rendelkező szervezeteire vonatkozó előírások:

*„18. § (1) A gazdálkodó tevékenységet folytató magánszemélyeknek, jogi személyeknek, jogi személyiséggel nem rendelkező szervezeteknek a létesítmények, az építmények, a technológiai rendszerek megvalósításával, üzemeltetésével, fejlesztésével összhangban gondoskodniuk kell a jogszabályokban meghatározott tűzvédelmi követelmények megtartásáról, valamint a tevékenységi körükkel kapcsolatos veszélyhelyzetek megelőzésének és elhárításának feltételeiről.”*

Törvényi szinten általánosan megfogalmazott igényként jelenik meg a tűzbiztonság igénye és kötelezettsége, de a tényleges konkrét követelmények rendszere a további jogszabályokban kerül rögzítésre.

## 2.2.2. A 28/2011. (IX. 6.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi szabályzatról

Jelen szakdolgozatomban a rendeletben (továbbiakban régi OTSZ) szereplő előírások közül csak a kiürítésre vonatkozó és az ahhoz lazán kapcsolódó előírásokat ismertetem [5].

### 2.2.2.1. Kiürítéshez kapcsolódó általános követelmények

A kiürítéshez kapcsolódó alapvető fogalmakat az alábbiak szerint határozza meg a jogszabály (6. §).

„17. Kiürítés: a tűz által veszélyeztetett helyiségben, tűzszakaszban, épületben lévő személyek eltávolítása (eltávolítása).

18. Kiürítési időtartam: a kiürítésre számításba vett időtartam.

19. Kiürítési terv: a kiürítés számítását és az épület szintenkénti alaprajzán feltüntetett menekülési útvonalakat tartalmazó dokumentáció.

20. Kiürítési útvonal: a kiürítésre számításba vett útvonal, mely a veszélyeztetett helyiség, helyiségcsoport elhagyásának útvonalából (kiürítés első szakasza), valamint a veszélyeztetett tűzszakasz, építmény elhagyásának (kiürítés második szakasza) útvonalából áll.

22. Menekülési útvonal: a veszélyeztetett tűzszakasz elhagyásának útvonala, a kiürítés második szakasza.

26. Mozgásukban korlátozott személyek: akik fizikai állapotuk miatt, vagy valamennyi környezeti hatás érzékelésére való képtelenségük (vakok és gyengénlátók) miatt veszélyhelyzet esetén a szükséges cselekvést megfelelően gyorsan nem tudják végrehajtani.”

A kiürítéshez kapcsolódó általános előírások az alábbiak:

„464. § (1) A helyiségek, tűzszakaszok, építmények, szabadtéri tömegrendezővények kiürítésének megfelelőségét

a) az e fejezet szerinti kiürítés számításával kell igazolni, vagy

b) az OKF által elfogadott számítógépes szimulációs programmal kell ellenőrizni, mely alapján az OKF a kiürítési megoldást jóváhagyhatja.

466. § (1) Az eltávolítást átmenetileg védett térbe, tűzszakaszba, füstmentes lépcsőházba, vagy az építményen kívüli szabadtérbe kell biztosítani.

(2) A füstmentes lépcsőház közvetlenül a szabadba vagy a védett téren keresztül a szabadba vagy tűzgátló szerkezetekkel határolt előtéren keresztül két eltérő tűzszakaszba biztosítsa a kiürítést.

(3) Szomszédos tűzszakaszba a kiürítés csak akkor megengedett, ha az épületszerkezetekkel került lehatárolásra. Amennyiben a tűzszakaszhatár gépészeti berendezésekkel (pl. vízfűggöny) került kialakításra, a kiürítés számítását addig kell végezni, amíg a benntartózkodók épületszerkezettel határolt tűzszakaszba vagy szabadba, vagy átmenetileg védett térbe nem jutnak.

(4) Az építmény kiürítése olyan legyen, hogy az átmenetileg védett terekből, illetve tűzszakaszokból biztosítva legyen a menekülők kijutása építményen kívüli szabadtérbe.

(5) A menekülési útvonal szükséges szabad szélességét kiürítés számításával kell meghatározni, ami nem lehet kevesebb, mint a (6) bekezdésben meghatározott legkisebb szabad szélesség.

(6) A menekülési útvonal legkisebb szabad szélessége – nyílászárók kivételével – az alábbiak:

a) általános esetben 1,10 m,

b) mozgásukban korlátozott személyek elhelyezésére szolgáló helyiségek esetében 1,20 m,

c) tömegtartózkodás céljára szolgáló helyiségek esetében 1,65 m.”

A kiürítés megfelelőségének vizsgálatára a régi OTSZ az alábbi számítási módszerrel határozza meg a jogszabály.

„479. § (1) Az építmény, szabadtéri tömegrendezővíny kiürítésének szakaszai

a) az első szakasz, mely a veszélyeztetett helyiség, helyiségcsoport kiürítése, és

b) a második szakasz, mely a veszélyeztetett tűzszakasz, vagy építmény, vagy a szabadtéri tömegrendezővíny területének kiürítése.

(2) Az első és a második szakasz kiürítésének időtartama nem haladhatja meg a megengedett időtartamot.

(3) A kiürítés megengedett időtartamát, amely a szabadtéri tömegrendezővíny területének nagyságától, a helyiség, tűzszakasz, építmény tűzveszélyességi osztályától és a tűzszakasz, építmény tűzállósági fokozatától függ, a 22. melléklet 1. táblázata tartalmazza.

### 179. A kiürítés első szakaszának számítása

480. § (1) A kiürítés első szakaszának időtartamát az útszakaszok hossza és az ajtók átbocsátó képessége alapján, a tűzszakasz, létesítmény helyiségeire kell meghatározni.

(2) Az ajtók átbocsátó képességének meghatározásánál a szabad nyílásszélességet (tokbelső méretet) kell figyelembe venni.

(3) A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján

$$t_{1a} = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{S_i}{v_i} \leq t_{1meg}$$

ahol:

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

$S_i$  a fenti útvonal az egyes útszakaszok hossza egyenes útvonalon mérve méterben (m)

$v_i$  az egyes útszakaszokhoz tartozó haladási sebességek a 22. melléklet 2. táblázata alapján (m/min),

$t_{1meg}$  a kiürítés első szakaszára megengedett időtartam a 22. melléklet 1. táblázata alapján.

(4) A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján

$$t_{1b} = \frac{N_1}{kx_1} \leq t_{1meg}$$

ahol:

$t_{1b}$  a helyiségnek vagy a kijáráshoz tartozó helyiség rész kiürítési időtartama az ajtók átbocsátó képessége alapján percben (min),

$N_1$  a kijáratonként eltávolítandó személyek száma,

$k$  a kijáratok átbocsátó képessége: 41,7 fő/m/min,

$x_1$  az  $N_1$ -hez tartozó kijárat szélessége, méterben (m).

### 180. A kiürítés második szakaszának számítása

481. § A kiürítés második szakaszának időtartamát a menekülési útvonalak hossza, a lépcsők, a szabadba, valamint másik tűzszakaszba, füstmentes lépcsőházba vagy a tűzvédelmi hatóság engedélyével erre a célra kijelölt térbe, tetőfödémre vezető ajtók átbocsátó képessége alapján kell meghatározni szabadtéri tömegrendezővínyre, az építményre vagy az abban levő tűzszakasz(ok)ra.

## 181. Kiürítés a szabadba

482. § (1) A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján

$$t_{2a} = t_{1ma} + \sum_{i=1}^n \frac{S_{i2}}{v_i} \leq t_{2meg}$$

ahol:

$t_{2a}$  az ellenőrzött tűzszakasz vagy építmény kiürítési időtartama a kijáratól legtávolabb lévő helyiség útvonalhossza alapján, vagy a szabadtéri tömegrendezvény veszélyeztetett területének kiürítési időtartama percben (min),

$t_{1ma}$  a kiürítés első szakaszában számított kiürítési időtartamok közül a legnagyobb, percben (min), (szabadtéri tömegrendezvények esetén nem kell figyelembe venni),

$S_{i2}$  annak a helyiségnek a legtávolabbi kijáratától a szabadba vezető kijáratig vett útvonalainak együttes hossza az úttengelyen mérve, amely a  $t_{1ma}$ -val együttesen a legnagyobb  $t_{2a}$  értéket adja, vagy a szabadtéri tömegrendezvény veszélyeztetett területének határáig tartó távolság, méterben (m),

$v_i$  a számításba vett útvonalon a haladási sebességek a 22. melléklet 2. táblázata alapján (m/min),

$t_{2meg}$  a kiürítés második szakaszára megengedett időtartam a 22. melléklet 1. táblázata alapján, percben (min)

(2) A kiürítés időtartama a lépcsők vagy a menekülési útvonal legszűkebb keresztmetszete (a menekülési útvonal legkisebb szabad szélessége) alapján, többszintes tűzszakaszok vagy menekülési útvonalon lévő szűkítés esetén

$$t_{2b} = t_{y1} + \frac{N_2}{kx_2} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{S_{i3}}{v_i} \leq t_{2meg}$$

ahol:

$t_{2b}$  a szabadtéri tömegrendezvény veszélyeztetett területének, az ellenőrzött tűzszakasz, építmény kiürítési időtartama, a lépcsők átbocsátóképessége, vagy a menekülési útvonal legszűkebb keresztmetszete alapján percben (min),

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

$N_2$  a lépcsőn, vagy a menekülési útvonalon lévő szűkítésen legnagyobb létszámot befogadó szintről, vagy a szabadtéri tömegrendezvény veszélyeztetett területéről a számításba vett lépcsőkön eltávolítandó személyek száma, vagy a legszűkebb keresztmetszeten menekülők száma,

$S_{i3}$  a lépcső és a lépcsőtől, vagy a legszűkebb keresztmetszettől a szabadba vezető kijáratig, vagy a szabadtéri tömegrendezvény veszélyeztetett területének határáig tartó útvonalak hossza az úttengelyen mérve, méterben (m),

$k$  a lépcső átbocsátóképessége megegyezik a kijáratok 480. § (4) bekezdése szerinti átbocsátóképességével,

$x_2$  a lépcsőkar(ok), vagy a legszűkebb keresztmetszet szabad szélessége, méterben (m),

$v_i$  a számításba vett útvonalhoz tartozó haladási sebességek a 22. melléklet 2. táblázata alapján (m/min).

(3) A kiürítés időtartama a szabadba vezető ajtók, valamint a szabadtéri tömegrendezvény veszélyeztetett területének kijáraitainak átbocsátóképessége alapján (kijáratonként)

$$t_{2c} = t_{y2} + \frac{N_3}{kx_3} \leq t_{2meg}$$

ahol:

$t_{2z}$  a szabadtéri tömegrendezvény veszélyeztetett területének, az ellenőrzött tűzszakasz vagy építmény kiürítési időtartama a szabadba vezető ajtók, kijáratok átbocsátóképessége alapján, min,

$t_{3z}$  a szabadba vezető ajtó eléréséhez szükséges idő, a tűzszakasz helyiségei közül – a kiürítésnél számításba vett – a szabadba vezető ajtóhoz legközelebb eső helyiség ajtajától mérve, illetve a szabadtéri tömegrendezvény esetén a veszélyeztetett területének kijáratának eléréséhez szükséges idő, a veszélyforrástól mérve, min,

$N_3$  a szabadtéri tömegrendezvény veszélyeztetett területéről, az ellenőrzött tűzszakaszból, az építményből az adott kijáraton eltávolítandó személyek száma, fő,

$k$  a szabadba vezető ajtók átbocsátóképessége a 480. § (4) bekezdés szerint kell meghatározni,

$x_3$  a szabadba vezető kijárat szabad nyílás-szélessége, méterben (m)."

A jogszabályban meghatározott számítások során a kiürítés megengedett határértékét, a haladási sebességet és a figyelembe veendő létszámot a jogszabály szerint kell meghatározni.

„484. § A kiürítés sebességét a 22. melléklet 2. táblázatának értékei szerint kell figyelembe venni a helyiség (közlekedő) alapterülete és a helyiségben (közlekedőben) számításba vett személyek száma alapján. A lépcsők útvonalhosszaként (s) – beleértve a lépcsőpihenőket is – a szintkülönbség háromszorosát kell figyelembe venni.

#### 1. táblázat

A kiürítés megengedett időtartama

	A	B	C	D	E
1	Kiürítési szakasz	Kiürítendő helyiség, tűzszakasz, építmény Megnevezése	A kiürítés megengedett időtartama ( $t_{meg}$ ) I–V. tűzállósági fokozatba sorolt tűzszakaszból, épületből, vagy építményből perc		
2			I.-II.	III.	IV.-V.
3	Első szakasz $t_1$	Nagyforgalmú, vagy tömegtartózkodásra szolgáló, valamint „A – B” tűzveszélyességi osztályba sorolt helyiségek.	1,5	1,0	0,75
4		Huzamos tartózkodásra szolgáló, vagy „C–E” tűzveszélyességi osztályba sorolt helyiségek.	2,0	1,5	1,0
12	Második szakasz $t_2$	Nagyforgalmú, vagy tömegtartózkodásra szolgáló, valamint „A – B” tűzveszélyességi osztályba sorolt tűzszakaszok, épületek.	6,0	5,0	1,5
13		Huzamos tartózkodásra szolgáló, vagy „C–E” tűzveszélyességi osztályba sorolt tűzszakaszok, épületek.	8,0	6,0	2,5
14		Szabadtéri rendezvények veszélyezte-	4,0		

	tett területei	
--	----------------	--

2. táblázat

Kiürítési sebességek

	A	B	C	D
1	A helyiségben, vagy a veszélyeztetett területen egy főre jutó alapterület (m <sup>2</sup> )	Vízszintes haladási sebesség m/min	Haladás lépcsőn, m/min	
2			lefelé	fölfelé
3	1-ig	16	10	8
	1 felett 25-ig	30	20	15
	25 felett	40	20	15

2.2.2.2. Sportcsarnokok és stadionok

A jogszabályban nem szerepel speciális előírás a sport épületek kiürítésével kapcsolatosan. Áttételesen értelmezhetőek a széksorokra, tömegrendezvényekre vonatkozó előírások erre a területre is.

*„595. § (4) Szabadtéri rendezvény területén a várható nézőközönség létszámát figyelembe véve 1000 résztvevőnként 2,5 méter széles menekülési lehetőségeket (közlekedőt, járdát, lépcsőt, rámpát, lehajtot) kell biztosítani. A menekülési lehetőségek egymás közötti távolsága legfeljebb 50 m lehet.*

*596. § (1) A közönség közlekedésére, eltávozására kijelölt útvonalat a várható legnagyobb látogatási létszám figyelembevételével számítás alapján kell méretezni.*

*597. § (1) Az ülőhelyekkel tervezett szabadtéri rendezvény csak a padlóhoz, a talajhoz vagy egy-egy soron belül egymáshoz rögzített ülőhelyekkel alakítható ki. Az ülőhelyeket úgy kell elrendezni és a kiürítési útvonalakat úgy kell kialakítani, hogy az útvonalak hossza ne haladja meg az alábbiak egyikét sem:*

*a) a széksorok között haladva 15 m,*

*b) lépcsőn, lépcsőzetes lelátón fölfelé haladva 15 m,*

*c) lépcsőn, lépcsőzetes lelátón lefelé haladva 30 m,*

*d) sík emelkedőn és lejtőn, valamint vízszintesen haladva 45 m, illetve*

*e) bármely tartózkodási pozícióból a legközelebbi kijáratig légvonalban mérve 45 m.*

*(2) Az ülőhelyek esetében alkalmazott lépcsők, közlekedők legkisebb szabad szélessége 1,05 m, a szektorokat elválasztó lépcsők, közlekedők esetében 2,10 m.”*

2.2.2.3. A jogszabályi előírások értékelése kiürítési szempontból

A kiürítésre vonatkozó előírások jellemzően nem tesznek különbséget az épületek funkciója és részletesebb kialakításának függvényében a kiürítés megfelelőségének vizsgálatára. Véleményem szerint ez általános esetekben alkalmas is az épület megítélésére, azonban speciálisabb funkció vagy építészeti geometria esetén már nem ad reális képet a kiüríthetőségről.

Az előírások egyedül szabadtéri rendezvények esetében adnak követelményt a nézőtér, széksorok kialakítására, pedig geometriai értelemben nem lenne különbség a

kiürítés szempontjából, hogy az adott terület szabadtéren vagy helyiségben található meg.

### 2.2.3. Új Országos Tűzvédelmi Szabályzat

A 2013-2014 évek folyamán zajlott az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról szóló rendelet teljes körű újragondolása és új megfogalmazása szakmai körökben, amely ezt követően 2014. decemberben megjelent a Magyar Közlönyben.

Az 54/2014. (XII. 5.) BM rendeletként (továbbiakban új OTSZ) [6], amely 2015. március 5-én lépett hatályba és ebben már megjelentek a lelátók kiürítésére vonatkozó speciális előírások, amely mutatja a téma aktualitását és egyediségét is.

#### 2.2.3.1. Kiürítéshez kapcsolódó általános követelmények

A kiürítéshez kapcsolódó alapvető fogalmakat az alábbiak szerint határozza meg a jogszabály (4. §):

*„22. biztonságos tér: az építményen kívüli külső tér, ahonnan a menekülő személyek az építménybe való visszatérés nélkül közterületre juthatnak,*

*23. biztonságos térbe jutás: az építmény elhagyása a szabadba vezető kijáraton vagy kültéri útvonalon keresztül a terepcsatlakozás szintjére,*

*75. kiürítés első szakasza: a menekülés azon része, amely a tartózkodási helytől a menekülési útvonal eléréséig vagy – ha az menekülési útvonal igénybevétele nélkül biztosítható az átmeneti védett térbe vagy a biztonságos térbe jutásig tart,*

*76. kiürítés második szakasza: a menekülés azon része, amely a menekülési útvonal elérésétől a biztonságos térbe vagy átmeneti védett térbe jutásig tart,*

*77. kiürítés: az épületben, speciális építményben tartózkodó személyek eltávozása, eltávolítása tűz esetén, ami magába foglalja a menekülést és a mentést,*

*98. 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,*

*103. menekülési útvonal: a menekülő személyek által igénybe vett közlekedési útvonal, amely kialakításával tűz esetén a kiürítés második szakaszában – tömegtartózkodásra szolgáló helyiség esetén a helyiség kiürítésére szolgáló nyílászárót követő útvonalon – biztosítja a menekülő személyek biztonságát a meneküléshez szükséges időtartamig.”*

A kiürítéshez kapcsolódó általános előírások az alábbiak:

*„51. § (1) Az épületeket úgy kell kialakítani, hogy tűz esetén*

*a) a benntartózkodó személyek*

*aa) a tartózkodási helyüket képező helyiséget elégséges számú, átbocsátóképességű és megfelelő helyen beépített kijáraton elhagyhassák,*

*ab) a tartózkodási helytől mérve a megengedett elérési távolságon belül menekülési útvonalra, biztonságos térbe vagy átmeneti védett térbe juthassanak,*

*b) a nem menthető személyek tartózkodási helye kielégítő védelmet nyújtson a tűz és kísérelései ellen.*

*58. § (1) Menekülési útvonal lehet*



- a) közlekedési útvonalat képező helyiség,
- b) lépcsőház,
- c) szabadlépcső vagy
- d) átrium, nyitott folyosó, függőfolyosó.

**59. § (1)** Az 50 főnél nagyobb befogadóképességű helyiség menekülésre szolgáló ajtóit, valamint az ilyen helyiségekben tartózkodók menekülésére szolgáló ajtó

- a) a kiürítés irányába nyíljon, vagy a nyitásiránytól függetlenül menekülési útvonalon beépíthető legyen,
- b) a kinyithatóság szempontjából menekülési útvonalon beépíthető legyen és
- c) nyílásába legfeljebb 15 mm magas küszöb építhető be.

(4) A tömegtartózkodásra szolgáló helyiség menekülésre szolgáló ajtóit és a tömegtartózkodásra szolgáló helyiség menekülési útvonalán beépített ajtókat egy mozdulattal nyithatóan kell kialakítani.

**60. § (1)** A menekülési útvonal függőleges szakaszát lépcsőházban, épületen kívüli szabadlépcsőn vagy menekülési útvonalnak minősülő átriumban elhelyezett és legfeljebb 48 méter hosszúságú menekülési útvonalat képező lépcsőn kell vezetni.

(2) A menekülésre szolgáló lépcsőházat

- a) abban az esetben, ha a lépcsőházból kivezető kijárati szint és az attól legtávolabbi, a lépcsőházba vezető bejárati szint között a szintmagasság legfeljebb 14 méter, hő- és füstelvezetéssel rendelkező lépcsőházként,
- b) az a) ponttól eltérő szintmagasság esetén NAK, AK, KK mértékadó kockázati osztályú épületben, önálló épületrészben füstmentes lépcsőházként,
- c) MK osztályú kockázati egység menekülési útvonalát képező lépcsőház esetén természetes szellőzésű füstmentes vagy előteres túlnyomásos füstmentes lépcsőházként, kell kialakítani.

(3) A szabadlépcsőt úgy kell elhelyezni, hogy a lépcső szerkezetét és a lépcső használóit a tűz és kísérelőjelenségei, így a láng, hősugárzás, füst ne veszélyeztesse.

(4) A tömegtartózkodásra szolgáló épület menekülési útvonalát képező, 4 méternél szélesebb lépcsőkarokat korláttal kell kettéválasztani, olyan módon, hogy a lépcsőkar egymástól elválasztott részeinek szabad szélessége 2,00–2,50 méter legyen.”

Jelentős változás a korábban hatályos előíráshoz képest, hogy a kiürítési elvek megtartása mellett azok biztosításának igazolása többféle módon történhet.

A jogszabályban rögzített egyszerűsített geometriai megoldás, hogy a Tervező bizonyos vízszintes és függőleges irányban megadott maximális távolságokat alkalmaz a kiürítés során, amelyekhez a létszám függvényében rendeli az alkalmazandó szélességeket.

A másik lehetőség a kézi számítás, amelynek az egyenletei a jogszabályi hierarchiában új elemként megjelenő tűzvédelmi műszaki irányelv részletezi.

Harmadik lehetőségként jelenik meg a számítógépes kiürítési szimuláció alkalmazása, amely komplexen kezeli a teljes épületet kiürítés szempontjából.

„52. § (1) A kiürítés irányát, a menekülési útvonalak vonalvezetését, a menekülési útvonal méreteit a) a (2) és a (3) bekezdésben foglaltak szerint vagy b) számítással kell megtervezni.

(2) A menekülési útvonal, a biztonságos tér és az átmeneti védett tér elérési távolságának és a menekülési útvonalnak megengedett legnagyobb hosszúságát a 7. mellékletben foglalt 1. táblázat tartalmazza.

	A	B	C	D	E
1		a megengedett legnagyobb útvonalhossz (m), ha a kiürítendő kockázati egység kockázati osztálya			
2		NAK	AK	KK	MK
3	Menekülési út elérési távolsága				
4	Átmeneti védett tér és biztonságos tér elérési távolsága menekülési útvonal nélkül	30	45	45	30
5	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
6	Menekülési útvonal megengedett legnagyobb hossza	200	300	300	200
7	Menekülésben korlátozott személyek részére szolgáló átmeneti védett tér elérési távolsága menekülési útvonalon keresztül, a menekülési útvonalba lépés helyétől mérve	40			

(3) Lépcsőn való haladás esetén a megtett út hosszúságaként a szintkülönbség háromszorosát kell számításba venni.

53. § (1) A menekülési útvonal legkisebb szabad szélességét és a menekülési útvonalon beépített ajtók legkisebb szabad belméretét annak teljes hosszán az adott menekülési útvonalon menekülő személyek létszámának függvényében, a 7. mellékletben foglalt 3. táblázat alapján kell meghatározni.

	A	B	C
1	menekülő lét-szám (fő)	menekülési útvonal, lépcsőkar legkisebb szabad szélessége (m)	menekülési útvonalon beépített ajtó legkisebb szabad belmérete (m)
2	0-50	1,2	0,9
3	51-100		1,2 vagy 2 db 0,9
4	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

63. § Kiürítési számítás esetén a 7. mellékletben foglalt 4. táblázatban előírt kiürítési normaidők teljesülését kell igazolni.

+	A	B	C	D	E
1		a kiürítés megengedett időtartama (perc), ha a kockázati egység kockázati osztálya			
2		NAK	AK	KK	MK
3	Első szakasz	1,0	1,5	1,5	1,0
4	Második szakasz	6,0	8,0	6,0	6,0

64. § Számítógépes szimuláció alkalmazása esetén ellenőrizni és igazolni kell, hogy a menekülő személyek a vizsgált épületet, épületrészt

- a) a kiürítés megengedett időtartamán belül vagy
- b) a füstterjedés figyelembevételével biztonságosan el tudják-e hagyni.”

#### 2.2.3.2. Lelátók, nézőterek - sportcsarnokok és stadionok

Az általános elvek részleges módosulása mellett a lelátókra speciálisan az alábbi javaslatok kerültek előírásra, amely azonban csak a helyiségen belüli lelátók esetére határoz meg követelményeket.

„62. § (1) Tömegtartózkodásra szolgáló helyiségek kialakítása esetén

- a) a tömegtartózkodásra szolgáló helyiség menekülési útvonalán 15 milliméternél magasabb küszöb, valamint a menekülési útvonalon beépített ajtók nyílásába lépcső nem építhető be,
- b) tömegtartózkodásra szolgáló helyiségekből legalább két, különböző irányú kijáraton kell biztosítani a kiürítést.

(2) A nézőterek, előadótermek, rendezvénytermek kialakításakor a következő szabályokat kell betartani:

- a) legalább 2 db, egymástól legalább 10 méterre elhelyezett kijáraton kell kialakítani
  - aa) az 50 főnél nagyobb befogadóképességű pincszinti és a 30 méter feletti padlóvonallal is rendelkező,
  - ab) a 100 főnél nagyobb befogadóképességű, nem a terepszinti kijáraton azonos szinten lévő padlóvonallal,
  - ac) a 200 főnél nagyobb befogadóképességű, nem rögzített székekkel kialakított helyiségeket,
- b) a tömegtartózkodásra szolgáló helyiség csak állóhelyekkel, valamint rögzített ülőhelyekkel tervezhető, alakítható ki úgy, hogy a padlószervezethez vagy egymáshoz szilárdan rögzített ülőhelyek száma a helyiségen belüli kapcsolódó kiürítési útvonaltól mérve legfeljebb 20 db legyen,
- c) a helyiségeken belül az ülőhelyeket úgy kell elrendezni és a közlekedési útvonalakat úgy kell kialakítani, hogy a kijáratához vezető útvonal hossza ne haladja meg
  - ca) a széksorok között haladva a 12 m-t,
  - cb) lépcsőn, lépcsőzetes lelátón fölfelé haladva a 15 m-t,
  - cc) lépcsőn, lépcsőzetes lelátón lefelé haladva a 30 m-t és
  - cd) sík emelkedőn és lejtőn, valamint vízszintesen haladva a 45 m-t és

*d) az 5000 főnél is nagyobb befogadóképességű helyiségek esetében legalább minden megkezdett 1000 főre elkülönített menekülési útvonalakat kell kialakítani.”*

#### *2.2.3.3. Az előírások értékelése kiürítési szempontból*

Az általános fogalmak megalkotása során az új OTSZ-ben sok pontosítás történt a kiürítés értelmezése, gyakorlati alkalmazásának érdekében. A mindennapi alkalmazhatóságot jelentősen segíteni fogja, hogy a korábbi „menekülésben és cselekvőképességben korlátozott” meghatározást több részre bontották, amely így alkalmasabb a valóságban előforduló sérülések, korlátok leírására és kezelésére. Emellett pontosításra került a kiürítési útvonal szakaszolása, ami segít a követelmények tisztázásában. A szövegezésben még mindig vegyes használatban van a 'kiürítés' és 'menekülés' szavak használata, amelyet a továbbiakban célszerű lenne pontosítani a jogszabály módosítások során.

Ami fontos újítás, hogy a menekülési számítást (ellenőrzést) nem csak a másik tűzszakaszba lépés helyéig kell elvégezni, hanem a további távolságok esetén is, egészen a biztonságos tér eléréséig. Ezzel kapcsolatosan azonban nem egyértelmű, hogy a számítás során is szükséges-e ellenőrizni ezt és abban az esetben milyen szintidők használata indokolt.

A jogszabályban meghatározott megengedett időtartamok csökkennek a jelenleg hatályos előíráshoz képest. Ez részben afelé terelheti majd a tervezőket, hogy a számítás helyett a geometriai ellenőrzést alkalmazzák. Azonban a sportlétesítmények speciális geometriai igényei miatt ez nem lesz megfelelő megoldás, így lényegében csak a menekülés szimulációs ellenőrzés jön majd szóba lehetőségként. Mivel a szintidők egy ilyen geometria esetében valószínűleg nem lesznek tarthatóak, így mindenképpen a mérnöki megoldások felé, hő- és füstterjedési szimulációval ellenőrzött megoldásokkal együtt készített menekülési szimulációkkal történhet a követelmények biztosítása.

A 2.2.3.2 pontban ismertetett jogszabály szöveg helyiségekre vonatkozik csak, amely az egyéb definíciók alapján a szabadtéri (vagy részben fedett) stadionok esetében nem igaz. Azonban a székek számának és a maximális távolságok korlátozása itt is indokolt lenne, ahogy a külföldi szabályozásokban mindenhol megjelenik. A fedett-nyitott terekre más (nagyobb) számok meghatározása javasolt, figyelembe véve a biztonságos kiürítéshez szükséges feltételek meglétét, amelyek füst szempontjából teljesen más lefolyással fognak változni.

#### **2.2.4. Tűzvédelmi Műszaki Irányelv – Kiürítés**

Az új OTSZ rendelethez kapcsolódóan 2015. március 11-én a BM OKF kiadta az első 6 témakörben készített Tűzvédelmi Műszaki Irányelveket, amelyek között megtalálható a „Kiürítés” című szakmai ajánlás. Ebben megjelennek a kiürítés elvárt biztonsági szintjéhez kapcsolódó követelmények teljesítéséhez javasolt műszaki megoldások [7].

Az irányelv felépítése során megkülönböztettek általános törzsanyagot és a hozzá tartozó – sokszor informatív jelzővel ellátott – mellékleteket. Ez a felosztás jellemző a különböző külföldi szabványokra és irányelvekre is, így adva hangsúlyt az egységes szakmai álláspontokra illetve a még fejlődésben levő szakterületekre is felhívják a figyelmet.

#### 2.2.4.1. A kiürítéshez kapcsolódó általános javaslatok

Az irányelvben pontosításra került néhány kiürítéshez kapcsolódó alapelv és részletszabály is, amely a korábbi jogszabályokból hiányzott, de a szakmai tapasztalat alapján szükségesnek látták a megjelenését, hogy ugyanazt a szövegezést mindenki ugyanúgy értelmezze és ez az értelmezése egyezzen a jogszabályalkotó szándékával is.

A TvMI-ben meghatározott számítási módszer lényegében nem változik a korábban hatályoshoz képest, azonban annak gyakorlati alkalmazásához pontosításokat tesz hozzá. Például a számítandó létszámok meghatározásához szerepelnek a jogszabályban megjelenő funkciókon túli fajlagos létszámadatok, illetve meghatározása került az ehhez figyelembe veendő alapterületek jellege is. Az útvonal szélességek és hosszak meghatározásához szükséges pontosítások megjelenése az akadályok, szűkítések, helyiségcsoportok kialakítása miatt tűnik életszerűnek.

Egy másik változás, hogy a számítás során megengedett haladási sebességek maximuma nem változott meg, azonban a több személyűrségi kategória megjelenésével a számítások pontosabbá tehetőek.

*„5.2.7. Jelen módszer szerinti számítások során a menekülő emberek átlagos haladási sebességét a menekülés adott szakaszának létszámsűrűsége függvényében az 1. táblázat alapján lehet meghatározni.*

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]	20,00 [0,33]	15,00 [0,25]
0,5-től 1-ig	37,00 [0,62]	18,50 [0,31]	14,00 [0,23]
1-től 2-ig	28,00 [0,46]	14,00 [0,23]	10,75 [0,18]
2-től 3-ig	17,00 [0,28]	8,50 [0,14]	6,25 [0,10]
3 felett	6,00 [0,10]	3,00 [0,05]	2,00 [0,03]

*A lejtőkön, rámpákon való haladás sebességértékei megegyeznek a vízszintes haladási sebességekkel.”*

Ezek mellett megjelennek olyan javaslatok, újítások is, amik a kiürítés biztonságának növelését célozzák meg.

Fontos változás a biztonság növelésének érdekében, hogy a számításokat a biztonságos tér eléréséig kell elvégezni, akkor is, ha a kiürítés útvonala több tűzszakaszon keresztül vezet. Azaz a továbbiakban, ha eltérő tűzszakasz irányába történik menekítés, az abban megtett útvonalat is végig vizsgálni és ellenőrizni szükséges, így az nem lehet zsákutca vagy végtelen távolságú labirintus.

Megjelenik például, hogy a tervezés (üzemeltetés, szervezés) során menekülési stratégiát kell kidolgozni. Erre lényegében eddig is sor került egy gondos tervezési folyamatban, de ezt most javasolt lesz írásban is nevesíteni, pontosítani.

Több javaslat szerepel a menekülés (biztonsági) felvonók alkalmazásával kapcsolatosan is, amely jelenleg nemzetközileg is csak részben szabályozott terület. Mivel nincsen jelenleg érvényes harmonizált szabvány rá (csak előszabvány állapotban ismert évek óta), így az alkalmazhatóság csak jogszabályi keretek között lehetséges, pedig a valóságban ez az egyik lehetőség a biztonságos menekülésre a mozgásukban korlátozott személyek vagy mentés esetében. A felvonóhoz kapcsolódó - szabványban nem rendezett – kérdésekben javasolt részletek megfelelnek az USA-ban és a távol-keleten alkalmazott ajánlásoknak.

Több helyen szerepelnek az irányelvben tábla elhelyezési és információ jelölési, valamint a menekülési tervek kialakítására vonatkozó javaslatok, amelyek alapján országszerte azonos kinézettel és információkkal találkozhatnának az épületeket használók. Ez elősegíti a pontosabb, gyorsabb tájékozódást, illetve a gyakorlatok alapján tovább csökkentené a pánik kialakulásának esélyeit.

#### *2.2.4.2. A sportlétesítményekkel kapcsolatos javaslatok*

A lelátók esetében megjelenik speciális lehetőségként, hogy a számítási egyenletek alkalmazása során a szélessége átbocsátó képessége ( $k$  érték) nagyobb legyen:

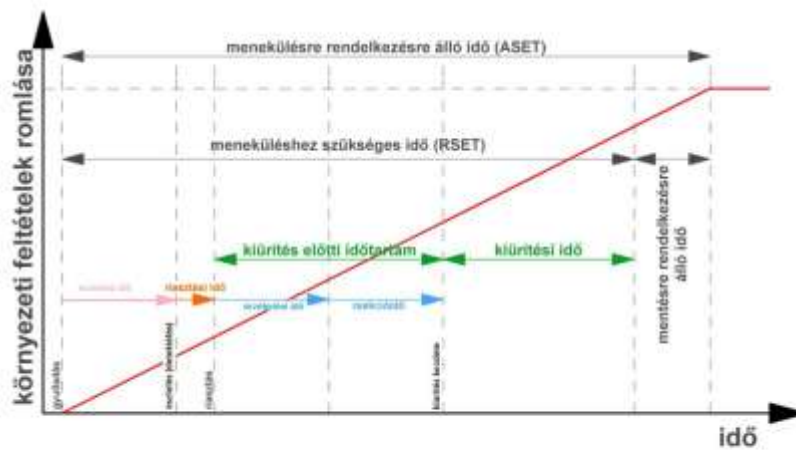
$k = 65,8$  fő/m/perc lépcsők esetében és

$k = 83,3$  fő/m/perc vízszintes és lejtős útvonalakon.

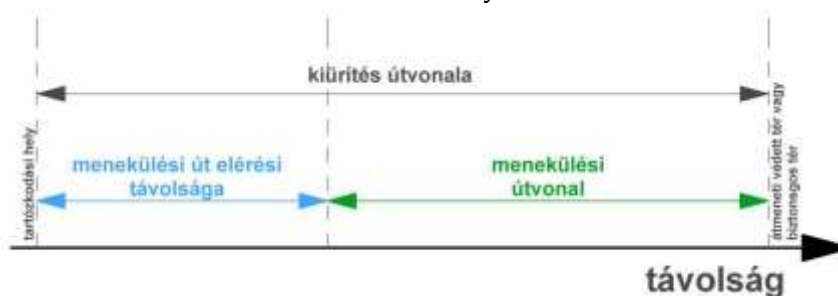
Szintén szerepel a javaslatok között, hogy helyiségen belül az OTSZ-ben szereplő további követelmények betartása mellett, a nem helyiségben kialakított területeken vonatkozó műszaki követelményben szereplő megoldásokat alkalmazzák.

#### *2.2.4.3. A TvMI javaslatainak értékelése kiürítési szempontból*

Az 1. és 2. ábra megjelenést különösen fontosnak tartom, mivel az eddigi hazai szó és fogalmi használat jelentősen eltér a nemzetközi értelmezéstől. Ennek tisztázása és folyamatos egységesítése szükséges ahhoz, hogy egyértelműen tudjuk majd követni – és szükség szerint átvenni – a nemzetközi fejlődési irányokat.



1. ábra - a menekülés folyamata (TvMI)



2. ábra - útvonalak felosztása (TvMI)

A 2. ábrán levő meghatározások igyekeznek megoldás nyújtani a korábbi (2.2.3.3. pontban) megfogalmazott szóhasználati egységesítési igénynek, amelyet azonban még a továbbiakban végig kellene majd vezetni a teljes jogszabályi és szabályozási környezet.

A számítások során a személyek megengedett maximális haladási sebességeinek meghatározásánál új elemként látszik a nemzetközi irodalom tendenciája, hogy a személysűrűség növekedésével a haladási sebesség lineárisan csökken és gyakorlatilag a 4 fő/m<sup>2</sup> sűrűség elérésével 0 m/s várható.

A sportlétesítmények esetében megengedett nagyobb átbocsátó képesség alkalmazása egybevág a szabvány által javasolt értékkel és a nemzetközi szakirodalomban (például Zöld Könyv [12]) található értékkel is.

A javasolt lépcsőház kialakítások, védett tér és tűszakaszolási megoldások alkalmazásával jelentősen lehetne növelni az épületek biztonságát és egyben a mentési lehetőségeket is. Jelenlegi épített környezetünkben a társasházak jelentős részénél gondot okoz a mentőknek és a tűzoltóknak is, ha egy-egy személyt a lépcsőn keresztül kell szállítani, amely azonban az anyagi vonzatai miatt várhatóan csak nagyon hosszú időszak alatt fog megváltozni a hazai viszonyokban.

Véleményem szerint a kiürítés biztonsága érdekében tett javaslatok előre mutatóak a hazai tűzvédelmi kultúra kialakításához is, még akkor is, ha ezek egy része jelenleg még nagyon messzi követelménynek tűnik. Fontosnak tartom, hogy ne csak a szakma beszéljen, ill. tájékozódjon ezekről a kérdésekről, hanem a tervezés, üzemeltetés, beruházások során közreműködő többi szereplő is, amire egy általánosan elérhető irányelv jó megoldás lehet.

### 2.2.5. MSZ EN 13200-1 szabvány

A szabvány a „Nézőtéri berendezése. 1. rész: A nézőtéri terület általános jellemzői” címmel jelent meg 2013-ban és egy kis részében foglalkozik a nézőtéri ülőhelyek elhelyezésével, illetve az E mellékletben a kiürítés lehetőségeivel [8].

#### 2.2.5.1. Szabványi javaslatok

A szabvány szerint az ülőhely sorok javasolt mélysége legalább 80 cm, így az ülés előtti szabad terület eléri a 40 cm értéket. Az egymás mellett javasolt ülések maximális száma abban az esetben, ha kétoldali lépcsővel elérhetőek, szabad téren 40, míg fedett pályán 28 db. Ha csak egyoldali lépcsővel érhető el a sor, akkor az ülések maximális javasolt száma szabad téren 20 db, míg fedett részen 14 db.

A nézőtér kiürítésének tervezése során e tényezőket szükséges figyelembe venni: a biztonságos hely eléréséhez szükséges időt; a biztonságos hely eléréséhez szükséges távolságot; a kijáratok útvonalak fizikai dimenzióját; az áteresztőképességet; a nézőtérre jelen lévő emberek számát. Amennyiben nincsen nemzeti előírás, akkor a nézők biztonságos térbe jutásának javasolt maximális ideje szabadtéren 8 perc, míg fedett (zárt) pálya esetén 2 perc.

A szabványban szélességi és távolsági javaslatok is megjelennek az alábbiak szerint. A legnagyobb javasolt távolság, amit a nézőnek a legközelebbi kijáratig kell megtennie szabad téren 60 m, míg fedett pályán 30 m. A nézőtéri kijáratok minimális szélessége pedig 1,20 m.

A szabványban megjelenik az átbocsátó képesség számításához tartozó állandó is, amely szerint vízszintes felületen 100 fő jut át 1,20 m szélességen 1 perc alatt, míg lépcsős felületen ez az érték 79 fő.

#### 2.2.5.2. A szabvány szövegének értékelése

A szabvány alkalmazási területe az állandó vagy az ideiglenes eseményeken, többek között sportstadionokban, sporttermekben, fedett vagy szabadtéren létesítményekben (kivéve színházak, mozik, operaházak, előadótermek, stb.) a nézők fogadására alkalmas létesítmények köre. Ezáltal az OTSZ előírásaihoz képest szélesebb körben alkalmazható és lefedi a ténylegesen előforduló építmény típusokat.

Az azonban ellentmondás, hogy az OTSZ változatokban javasolt 41,7 fő/m/perc átbocsátó képességnél nagyobb értéket javasol figyelembe venni. A szabvány szövege szerint természetesen a nemzeti előírást kell alkalmazni – amennyiben van-, de érdeemes lenne a jogszabály alkotás során ezt az ellentmondást megvizsgálni és szükség szerint esetleg változtatni a követelmény rendszeren. Emellett érdekes jellemzője, hogy az áteresztő képességet külön határozza meg vízszintes felületen és külön lépcsős felületen, amely a valós megfigyelések alapján igaz lehet (hiszen lépcsőn jobban odafigyelünk a botlásveszély miatt, így lassabb a haladás).



## 2.2.6. Magyar Labdarúgó Szövetség biztonsági ajánlásai

A Szövetség szerint hazai stadionok egyik fő problémája az infrastrukturális elmaradottság, amely így hátrányosan befolyásolja azok biztonsági kérdéseit. Ezért kormányzati segítséggel meghirdették a 'Stadion Biztonsági Projekt' első és második ütemét, amely hivatott javítani a műszaki állapotokon [9]. A Projekt első körében 5 meglevő stadion vesz részt: Budapest Honvéd, Újpesti UFC, Szombathelyi Haladás, Diósgyőri DVTK és Kecskeméti KTE, azonban szeretnék kiterjeszteni minden meglevő és új stadionra ezen szabályozást.

A biztonsági ajánlás azonban elsősorban a futbal-hulliganizmus felszámolását tűzte ki célul és ennek megfelelő infrastrukturális fejlesztéseket irányoz elő. Ezek egy része azonban alkalmas lehet a stadionok kiürítésével kapcsolatos feladatok elősegítésére is, bár mindenképpen kiegészítésekkel együtt csak.

### 2.2.6.1. Elektronikus beléptetési rendszer

A beléptetési rendszert egykörös kialakítással kell kiépíteni, embermagasságú, vészhelyzet esetén szabadon futóvá tehető, kerítésbe épített forgókapukkal (Gotschlich Ecco Arena típus). A kapu a névre szóló jegyen levő vonalkód alapján azonosítja a belépőt és ellenőrzi, hogy szerepel-e bármelyik tiltó listán; valamint élő erős, szűrőpróba szerű vizsgálattal ellenőrzi a belépő személyek személyazonosságát is. A szurkolók csak azokon a kapukon léphetnek be, amelyek a jegyen szereplő ülőhely eléréséhez szükségesek (ez feltételezi a bejáratú utvonalak szektoronkénti szétválasztható kialakítását is). A VIP, sajtó és akadálymentes beléptetés más kapukon történik, mobil ellenőrző készülékkel és élőerős megoldással.

Fontos megjegyezni, hogy a sportesemény utáni kiléptetés optimális esetben nem a forgókapukon keresztül történik, így szükséges kialakítani egyéb kapukat is a szektorokban.

### 2.2.6.2. Videó megfigyelési rendszer, vezetési pont

A projekt keretében a lelátókon és a beléptetési pontokon kell kialakítani kamerás megfigyelési rendszert. A lelátók teljes területét lefedő fix állású kamerák mellett a problémás személyek beazonosíthatósága miatt szükségesek mozgatható - zoomolható kamerák is. A beléptetési helyeken mindenhol mozgatható - zoomolható kamerákat szükséges telepíteni.

Szükséges kialakítani ún. vezetési pontot a stadion területén, ahova a megfigyelési rendszer kép és hangjelei befutnak, 4 független vezérlőpulttal (munkahellyel) kialakítva. A képrögzítés a beléptetés kezdetétől a stadion teljes kiürítéséig tart. A kamera rendszer üzemeltetéséhez és a képek rögzítéséhez önálló szerverszobát kell kialakítani, amelynek szünetmentes áramforrást 30 percen keresztül kell biztosítani.

### 2.2.6.3. Az MLSZ ajánlások értékelése kiürítési szempontból

Biztonsági szempontból a beléptető kapuk szükségesek, azonban azokat vész eseti kiürítéskor nem célszerű használni a túlzottan kicsit átbocsátóképességük, valamint az esetleges beakadási és emiatt pánikkeltő jellegük miatt. A kiléptetéshez amúgy is javasolt önálló kapuk elhelyezése - a személyek viselkedését ismerve - célszerűen a beléptető kapuk mellett történjen, amely így beléptetés során is kontrollálható. A kamerás megfigyelő rendszer kiépítését a kiürítési szempontok miatt a projekt kerekein túl javasolt elvégezni, azaz a stadiont körülvevő szabad téren is, hogy a vezetési ponton a teljes kiürítési útvonal figyelemmel követhető legyen.

## 2.3. NEMZETKÖZI SZAKIRODALOM ÉS AJÁNLÁSOK SPORTLÉTESÍTMÉNYEK KIALAKÍTÁSÁHOZ

### 2.3.1. *Stadia – a design and development guide*

A könyv szerint egy stadion tervezése során a tervezőknek nemcsak a szabványok és jogszabályi előírásokat kell szem előtt tartani, hanem a működéssel kapcsolatos követelményeket is figyelembe kell venni, amely adott esetben plusz követelményeket is jelenthetnek [10]. A szervezési, működési követelmények és jogszabályi előírások összehangolását integrált tervezésnek (mérnöki megközelítés szempontú tervezésnek) nevezhetjük.

A tervezés során számos kutatási eredményt javasolt figyelembe venni a tömeg viselkedésével kapcsolatosan. A 2. táblázatban példákat állítottam össze erre vonatkozólag.

tényezők	emiatt érintett terület	megjegyzés
esés, csúszás, botlás	padló felület, lépcsők, akadályok	egy személy botlása vagy elesése feltorlódáshoz vezethet
útvonal kiválasztás, útvonalkeresés	jelölések – ikonok, írások, elhelyezése	jelölések gyakran ismeretlenek a tömeg számára, túlzott jelölés dőmping, tudat beszűkülés
évszak/időjárás	külső szerkezetek, mint előtető	tömeg létrejöttének kockázata részben fedett tereken
biztonság	kapuk, korlátok, CCTV <sup>4</sup> , rádió kapcsolat	tömeg áramlásának felügyelete, befolyásolása, személyek ellenőrzése
nem tűzeseti kiürítés	kommunikáció, riasztó rendszerek	terrorista cselekmény, bomba fenyegetés, különböző kiürítési forgatókönyvek
fogyatékosok	rámpák, közlekedési útvonalak szélességei	fogyatékosok minősége, száma, elhelyezkedése

<sup>4</sup> CCTV: zárt láncú videó megfigyelési rendszer, amely a kamerák által közvetített képet adott helyszínen levő korlátozott számú képernyőre juttatja el.

csomagok	terület igény, jelölések,	csomagok személyek áramlása, csomag megőrzők, csomagvizsgálók
kereskedés	terület igény, közlekedési útvonalakra hatása	reklámok, kereskedelmi egységek hatása a közlekedésre
lehetséges sorban állások helyei	terület igény, közlekedési útvonalakra hatása	helyek, ahol a személyek sorban állnak, várakoznak
jegyeladás	száma és elhelyezkedése a jegyárusító helyeknek	jegy eladás és beléptetési rendszer,
rezgés	épület szerkezet integritás	a nézők egyidejű ugrálásának, dobogásának hatása a szerkezet állékonyságára

2. táblázat - integrált tervezés során figyelembe vett tényezők

Az integrált rendszer folyamattal leírható minden nagy létszámú személyek tartózkodását biztosító helyszín. A tervezők alapvetően a környezetre (épületre) és vele kapcsolatos technológiai folyamatokra, a rendezvényszervezők a folyamatokra és emberekre koncentrálnak, ezért fontos, hogy a modellt, mint egy integrált egészet vegyük figyelembe. Ennek egyik példája, hogy ha egy jól kiépített kihangosító rendszernél az akusztikát (pl. visszhangzást) nem veszik figyelembe, a kivitelezés után egy nem megfelelően működő rendszer is megvalósulhat.

*technológia:* felvonók, mozgólépcsők, kihangosító rendszerek, CCTV, jelzések, riasztó berendezések, telekommunikáció, informatikai rendszerek, szabályzó rendszerek stb.

*személyek:* viselkedés (egyéni, csoportos), száma, kor, nemek, nyelv, haladási sebesség, kultúra, anthropometria, mentális terhelés, fizikai állapot stb.

*folyamat:* tömeg kezelés, felügyelet, biztonság, kiürítés, incidens kezelés, vészhelyzetek, kommunikáció, képzés, jelzések stb.

*környezet:* helyszín, épület, helyiségek, megvilágítás, fűtés, páratartalom, levegő minőség, fal és padló felületek, lépcsők/rámpák, vízellátás, energia ellátás, akusztika, szellőzés stb.

A rendszerszintű gondolkodás alkalmazása szükséges ahhoz, hogy a kiürítés folyamata optimálisan és lehetőleg személyi sérülés nélkül mehessen véghez. Mint a fentiekből látszik, ehhez azonban nem elegendő egy jól megtervezett épület megléte, hanem szükséges egy jól működő üzemeltetés és rendezvényszervezés is.

### 2.3.2. UEFA 2020 ajánlás

Az UEFA a 2020-ban rendezendő játékokat befogadó stadionokra vonatkozóan kidolgozta az UEFA EURO 2020 ajánlást, benne az összes meghatározott követelménnyel [11]. Ezek széles körben foglalkoznak a stadionok építészeti, biztonsági, infokommunikációs, üzemeltetési és rendezési kérdéseivel, amik közül itt csak a kiürítéshez kapcsolódó követelményeket részletezem.

*„A stadion kialakítása, megtervezése, üzemeltetése és irányítása során a labdarúgó-stadionba belépők biztonsága és védelme minden más szempontnál fontosabb követelménynek tekintendő.*

*Minden stadionnak meg kell felelnie az UEFA Biztonsági és védelmi előírásainak (Safety and Security Regulations), továbbá a rendező ország illetékes hatóságai által bevezetett összes normának és a vonatkozó jogszabályi rendelkezéseknek.*

*Az UEFA a sportlétesítmények biztonságára vonatkozó útmutatót (Guide to Safety at Sports Grounds, „Green Guide”, a továbbiakban Zöld Könyv) ajánlja a helyes gyakorlatot bemutató forrásdokumentumként.”*

Minden stadionra a tervezés és üzemelés során beléptetési, kiléptetési és kiürítési tervet szükséges kidolgozni. A stadion biztonságos, teljes mértékben védett, és folyamatos nézőszámlálási rendszerekkel kiegészített, ellenőrzött megközelítésére szolgáló beléptetési stratégiát kell kialakítani. A kiléptetési és kiürítési eljárásoknak meg kell felelniük az UEFA követelményeinek és a nemzeti jogszabályok előírásainak.

A külső biztonsági zónában kerül sor az első (szemrevételezéssel történő) jegy- vagy akkreditáció ellenőrzésre és a nézők első átvizsgálására, mielőtt továbbhaladnak a stadion bejáratai fele. Ennek célja a nem megfelelő jegyekkel, vagy akkreditációval rendelkező személyek belépésének megakadályozása, a tiltott tárgyak elvétele és a stadion bejáratainál a torlódások megakadályozása. Az átvizsgálásra kijelölt területeket úgy kell kialakítani, hogy – különösen a mérkőzés előtti utolsó percekben – a túlsúfoltság elkerülhető legyen. Minden bejárati kapunál gondoskodni kell az eldobott tárgyak és mindazon személyes holmik (pl. esernyők) biztonságos tárolásáról, amelyek nem vihetők be a stadionba, de amelyeket az eseményt követően a tulajdonosaiknak vissza kell adni. A külső körzet kerítésén kívül külön erre szolgáló tárolókat kell biztosítani.

A második biztonsági ellenőrzésre a stadion forgókapuinál kerül sor, lehetőleg a stadion homlokzatának vonalán belül, amely mögött a belső biztonsági zóna húzódik. Ezen ellenőrző intézkedések célja a jogosulatlan belépések megakadályozása, amelyek a stadion (vagy, ami valószínűbb, valamely szektor) túlsúfoltságához vezethetnének. A beléptető rendszerek a második biztonsági ellenőrzési ponton helyezkednek el. A túlsúfoltság és a torlódások kialakulásának megelőzése érdekében minden forgókapu előtt megfelelő sorbaállási rendszert kell kialakítani. A stadion minden szektoránál hozzávetőleg azonos nézőszámra kell a forgókapuk számát meghatározni annak érdekében, hogy ne alakulhassanak ki hosszabb sorok egy-egy szektornál.

A harmadik jegyellenőrzésre a lelátókra vezető folyosó elején kerül sor. A személyzet itt mindössze felületes ellenőrzést végez az egyes szektorok túlsúfoltságának megelőzése érdekében.

Míg az első nézők akár több mint egy órával a mérkőzés megkezdését megelőzően megérkezhetnek, távozni mindenki többé-kevésbé egy időben szeretne. A kiléptetési koncepcióban tehát az összes néző biztonságos és kényelmes távozásának lehetővé

tételéhez mind a stadionon belül, mind pedig azon kívül megfelelő teret kell biztosítani. A távozás megkönnyítése érdekében minden kijáratú ajtónak a kilépési útvonalak irányában kell nyílnia.

A kiürítési útvonalakat a stadion minden részében egyértelmű feliratokkal és jelzésekkel kell megmutatni. A stadion tervezése során gondoskodni kell arról, hogy minden néző maximum nyolc perc alatt elhagyhassa a stadiont és biztonságos helyre juthasson.

Az UEFA elvárása a „kerítés nélküli stadion” mind a nézők által használt területekre, mind a játéktér védelmi zónájára érvényes. A szektorok vagy területek rugalmas elválasztására kizárólag alacsony, legfeljebb 110 cm magasságú térelválasztó korlátok vagy tűzbiztos fedőhálók helyezhetők el.

Minden stadionban a lehető legkorszerűbb, a stadion belső terének egészére rálátást nyújtó biztonsági központot kell kialakítani. A biztonsági központot hangosbemondó rendszerrel, a belépésszámlálóval és a zárt láncú kamerarendszer monitoraival kell felszerelni, valamint itt kell elhelyezni a stadion biztonsági és védelmi irányításáért felelős, továbbá a vészhelyzeti szolgálatokat biztosító személyzetet.

Minden stadiont rögzített pontokon elhelyezett belső és külső térfigyelő kamerákkal kell felszerelni, amelyek lehetővé teszik a stadiont megközelítő útvonalak, és a stadionon belüli és azon kívüli közterületek szemmel tartását. A rendszer legyen digitális, a színes kamerák legyenek távirányítással forgatható, billenthető, közelíthető és távolítható kivitelűek, valamint a rendszer legyen alkalmas mozgó- és állóképek digitális rögzítésére, visszajátzására és továbbítására.

A CCTV rendszernek az alábbi területek teljes lefedését kell biztosítania:

- külső biztonsági zóna;
- belső biztonsági zóna;
- az összes forgókapu és a stadion minden bejárata;
- minden nyilvános átjáró terület;
- minden olyan terület, ahol ülőhelyek vannak;
- az öltözőkhöz és a stadion biztonsági központjához vezető útvonalak.

Minden stadiont a legkorszerűbb, hitelesített hangosbemondó rendszerrel kell felszerelni, amely alkalmas minden néző tájékoztatására mind a stadionon belül, mind pedig azon kívül, a forgókapuknál, a mellékhelyiségekben, az átjáró területeken (beleértve a kapukat) és a lelátókon.

Abszolút minimum követelményként a vészhelyzeti világítási rendszert, a hangosbemondó rendszert, a beléptető rendszert (beleértve annak adattartó funkcióját), a CCTV rendszert és az összes többi, az emberi élet védelmét szolgáló rendszer legalább három órás üzemeltetését lehetővé tevő vészhelyzeti energiaellátásról kell gondoskodni.

Az ülőhelyek méretével kapcsolatos ajánlás szerint a minimális sormélység 80 cm és a minimális széktávolság 50 cm (VIP területeken 100 cm és 60 cm). Emellett javasolt a felbillenő székek használata, így menekülés során legalább 60 cm széles terület áll rendelkezésre a sorok között.

### 2.3.3. 'Zöld Könyv'

A 'Sportlétesítmények biztonságára vonatkozó útmutató' (Guide to Safety at Sports Grounds - Green Guide) az Egyesült Királyságban közzétett, a témával legszélesebb körben foglalkozó kiadvány, amely lényegében az összes sporttípusnak otthont adó létesítmény műszaki kialakítására és működtetésére vonatkozó javaslatokat foglalja össze [12]. Az elmúlt néhány évben egyre nagyobb hangsúlyt kapott a kockázatfelmérés alkalmazására, ami lehetővé teszi a sportlétesítmény-vezetők számára olyan megoldások kidolgozását és bevezetését, amelyek segítségével elvárható mértékben biztosítható a nézők biztonsága.

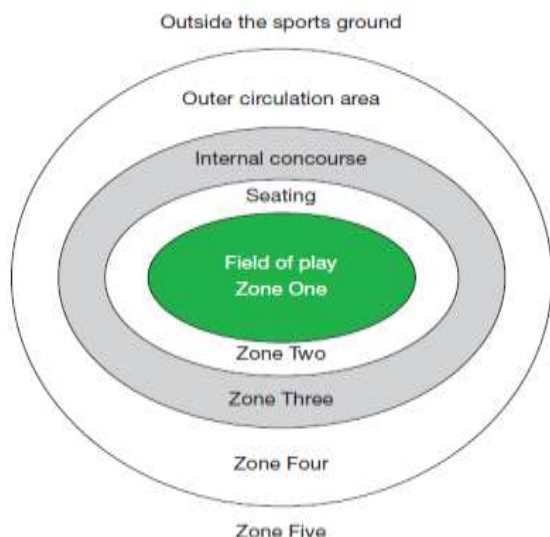
#### 2.3.3.1. A biztonságos befogadóképesség

Részletesen foglalkozik a sportlétesítmények biztonságos befogadóképességének meghatározási módszerével, amely mindig az adott állapotot tükrözi vissza. A javaslat szerint minden egyes rendezvény előtt (vagy legalább időszakonként) meg kell vizsgálni, hogy a beléptetési vagy kiléptetési kapacitás, a vészeseti kiürítés kapacitása illetve a szektor befogadó képessége közül melyik a legkisebb és az tekinthető a biztonságos befogadó képességnek. A forgókapuk maximális átocsátó képessége 660 fő/óra/kapu, digitális jegyellenőrzés mellett, amelyet azonban a tervezés során a lehető legnagyobb mértékben csökkenteni kell (a kapuk számának növelésével).

#### 2.3.3.2. Komplex közlekedési rendszer

A javaslatok a közlekedési rendszer komplex kialakításával foglalkoznak, amelynek csak egy része a vészeseti kiürítés a be- és kiléptetésen, belső közlekedő rendszereken túl. Ebből az olvasható ki műszaki értelemben, hogy a megfelelő kiüríthetőség nem egy önmagában létező folyamat, hanem a teljes működési rendszer egy része.

Sportlétesítmények tervezésekor vagy meglévők újjáépítésekor hasznos öt különböző, de egymással összekapcsolt zóna kialakításával megtervezni a közlekedési területeket, a következők szerint:



##### 1. zóna: a játéktér

Ez a terület viszonylag biztonságosnak tekinthető, ahová a nézőket ki lehet menekíteni a további vész-kijáratok használata előtt, így ennek elérhetőnek kell lennie a belső korlátain lévő kapukon keresztül.

##### 2. zóna: a nézőtér

3. zóna: a belső átjárók és vendéglátó területek, amelyek vészeseti kiürítése lehetőleg a 4. zóna irányába történjen.

4. zóna: a külső közlekedési terület, amely viszonylag biztonságos területnek tekinthető, valamint hozzáférési területként szolgálhat a vészhelyzeti és szolgálati járművek számára.

5. zóna: puffer zóna a sportlétesítmény határán kívül, amelyet a közönség a belépés előtti gyülekezésre, valamint a parkolóterületek és a tömegközlekedés elérésére használ.

### 2.3.3.3. Közlekedő rendszerek fő elemei

A közlekedő rendszerek esetében sportlétesítmények esetében a megszokott vízszintes és függőleges közlekedőkön túl különleges elemek is bekerülnek az épületbe. A hagyományos lépcsők (lépcsőpihenőkkel együtt) mellett kialakulnak sugárirányú közlekedők, amelyek lépcsőkkel ellátott vagy lejtős sávok nézőtéri közlekedésre, ami a lelátó lépcsőfokait, illetve az ülésorokat köti össze. Az oldalirányú közlekedő a nézőtéri közlekedésére használt vízszintes közlekedő sáv, ami a lelátó lépcsőivel, illetve az ülésorokkal párhuzamosan vezet.

A tömeg lépcsőn való közlekedése, különösképpen a lefelé haladás, jelentős mértékű potenciális kockázatot jelent mind normál körülmények között, például egy esemény végén, mind vész helyzetben. A megbotlás, a tolakodás, a lökdösődés és a feltorlódás következményei veszélyesek lehetnek, ha ennek következtében a tömeg hirtelen meglódul, vagy ha egyes személyek bármilyen okból kifolyólag hirtelen irányt változtatnak. Fontos törekvés, hogy a lépcsők ne képezzenek olyan hosszú és szabályozatlan útvonalat, amely a tömeg nyomásának megnövekedéséhez vagy időszakos megtorpanásához és meglódulásához vezethet.

A biztonságosabb kialakítás érdekében érdemes az alábbi javaslatok betartása:

- a lépcső, lépcsős szintáthidalások szélessége legyen egységes, szélessége 1,2-1,8 m közé essen, az e fölötti méretek esetén azok korlátokkal történő szűkítése vagy sávokra osztása javasolt;
- a szintek közötti lépcsőkön a fokszélesség és fokmagasság ne változzon (ez összhangban van az OTÉK<sup>5</sup> előírásaival is) és a lépcsőfokok járófelülete legyen csúszásmentes, tartós anyagú szegéllyel, szükség szerinti vízelvezetéssel; a fel lépő javasolt magassága 15-19 cm, belépő javasolt mélysége 28-31 cm;
- kerülendő a nyitott homloklapú lépcsőfokok és a csigalépcsők (azaz az ék alakú lépcsőfokok) használata;
- a lépcsőfokok élét javasolt mindenhol megjelölni (a járófelületre és homloklapra) 55 mm szélességben felhordott, botlásveszélyt nem okozó állandó kontrasztú anyaggal;
- megfelelő elválasztást kell biztosítani a közlekedő sávok között, hogy a forgalom ne térjen át az egyik sávról a másikra;
- a lépcsők elhelyezésekor ki kell használni a természetes fényt és a szellőzést, ha azonban a természetes megvilágítás elégtelen, a lépcsőt mesterséges fénnel kell megvilágítani;

---

<sup>5</sup> OTÉK: 253/1997. (XII. 20.) Korm. rendelet az országos településrendezési és építési követelményekről

- a lépcsőfokok száma ne haladja meg a 12 (vagy kizárólag menekülési lépcső esetén a 16) lépcsőkaronként; emellett ha az egymást követő lépcsőkarok együttes lépcsőfokszáma meghaladja a 36-ot, a lépcső járóvonalának legalább 30°-kal javasolt irányt változtatnia;

A közlekedő útvonalakon elhelyezett méretezett korlátok célja az emberek megtartása, mozgásuk irányának megadása/korlátozása és nem tekinthetők kifejezett kapaszkodóknak. A korlátok egy része a leesés elleni védelem miatt készül (min. 1,1 m magasság), másik része a sávokra osztást szolgálja (1,0 m magasság). Emellett lépcsők és rámpák mellett szükséges mindkét oldalon azonos magasságban, kapaszkodókat is kialakítani, támaszkodás és iránymutatás érdekében (min. 0,9 max. 1,0 m magasságban rögzítve).

Az emberek szabad mozgásának biztosítása és a tömegnyomás megnövekedésének elkerülése érdekében a lépcsők felső részét úgy optimális tervezni, hogy a lépcsőre áramló forgalom a lépcső teljes szélességében egységes legyen.

A rámpák hasznos lépcső-alternatívák lehetnek, de kismértékű szintkülönbségek esetén aggályos, hogy a nézők nehezen veszik észre őket egy vészhelyzeti kiürítés közben. A túl a meredek rámpák azonban kontrollálatlan haladáshoz vezethetnek, vagy súlyosbíthatják ennek hatásait, és baleseteket okozhatnak. Jelentős szintkülönbségek esetén a rámpák általában jelentős teret foglalnak el, mert ahhoz, hogy kerekesszékekkel is használhatók legyenek, kislejtésű pálya és a gyakori pihenők szükségesek.

#### 2.3.3.4. Kilépési rendszer és kiürítés

Általános ismert tény, hogy a tömeg biztonsága szempontjából nagyon veszélyes az az időszak, amikor a tömeg elhagyja a sportlétesítményt. Hangsúlyozzák, hogy különbség van a kilépési idő és a vészhelyzeti kiürítési idő között. A kilépési idő az a teljes időtartam, amely alatt normál körülmények között az összes néző el tudja hagyni a nézőtér területét, és be tud lépni egy szabad áramlású kilépési rendszerbe, de nem tartalmazza azt az időt, amely a teljes kilépési útvonal megtételéhez szükséges.

A sportlétesítmények szokásos maximális elhagyási ideje nyolc perc. Ezt kutatások és a tapasztalatok eredményeképpen határozták meg, amelyek azt mutatják, hogy ennyi idő alatt a nézők kevésbé válnak zaklatottá vagy frusztrálttá, illetve kevésbé kerülnek stressz hatása alá, feltéve, hogy elfogadható ütemben kerülnek be a kilépési rendszerbe, vagy ismerik a sportlétesítményt és/vagy megtalálják kilépési pontjukat.

El kell ismerni azt is, hogy számos esetben a nézők szándékosan távoznak nyolc percnél hosszabb idő alatt; például azért, mert megnézik az eredményjelző táblákat, meghallgatják a kiegészítő közleményeket, vagy egyszerűen csak várnak a tömeg feloszlására. A kilépési idő meghatározásakor ezt a gyakorlatot nem kell figyelembe venni.



A vészhelyzeti kiürítési idő olyan számítás, amelyet az áteresztési értékkel együtt a vészhelyzeti kilépési rendszer kapacitásának meghatározására használunk vészhelyzet esetén a nézőtér és egy biztonságos vagy viszonylag biztonságos hely között. A sportlétesítmények esetében a maximális vészhelyzeti kiürítési idő két és fél perc és nyolc perc között mozog a tűzkockázat meghatározásának függvényében.

A vezetőségnek gondoskodnia kell arról, hogy a kilépési útvonalak tervezése és kezelése biztonságos legyen, a nézők nyugodt, akadálytalan áthaladását tegye lehetővé a kilépési rendszeren keresztül, amíg a nézők elfogadható időn belül elérik a sportlétesítmény határát, vagy – vészhelyzetben – biztonságos helyre jutnak. Hangsúlyozandó azonban, hogy torlódás és balesetek szokásos körülmények között is bekövetkezhetnek, és az emberek veszélyérzetüknek megfelelően különbözőképpen reagálhatnak az eseményekre.

A megfelelő kilépési rendszer kialakításánál és kezelésénél több alapvető jellemzőt kell figyelembe venni. Fontos, hogy ha a nézők bekerültek a kilépési rendszerbe, végig kell tudniuk haladni a rendszer egész hosszában. A megfelelő helyen kialakított elegendő számú kijárat kialakítása fontos a kényelmetlenség és a zűrzavar elkerülése érdekében, legyenek könnyen elérhetőek és ne legyenek túlságosan távol egymástól. Javasolt alternatív kijáratok tervezése is, hogy ha egy baleset használhatatlanná tesz egy szokásos kijáratot, akkor lehetőség legyen másik kijárat vagy útvonal használatára.

Ha az építmény egyszerű kilépési útvonallal tervezett - vagyis ha közvetlen áthaladás lehetséges a nézőtérről a sportlétesítmény kijárat kapujához -, akkor az útvonal minden részének képesnek kell lennie arra, hogy befogadja a lelátóból vagy a lelátó kijáratából áramló tömeget.

A több kilépési útvonalat magában foglaló és/vagy alternatív útvonalakat kínáló összetettebb kilépési rendszer esetében a rendszert hálózatként kell elemezni. Az elemzés célja annak ellenőrzése, hogy a nézőtérről vezető kilépési útvonal kapacitása elegendő-e a nézők szabad áramlásának biztosításához a sportlétesítmény különböző kijáratai felé. Ha az útvonalak elágazása választási lehetőséget kínál a nézőknek, akkor értékelni kell, hogy a tömeg nagy valószínűséggel milyen arányban használja az elágazó útvonalakat; valószínű például, hogy a vasúti vagy buszmegállóhoz legközelebb eső kijárat nagyobb arányú nézőt fog magához vonzani. Egy nézőtérről több vészhelyzeti kiürítési útvonalat kell biztosítani úgy, hogy az egyik vészhelyzeti kiürítési útvonal kiesése ne akadályozza egy alternatív kiürítési útvonal elérését.

Bizonyos esetekben a menekítésnek a játéktérre vagy a tevékenységi területre történő irányítása a vészhelyzeti kiürítési útvonal részét képezheti, feltéve, hogy az közvetlenül olyan kijáratához vezet, amely önmaga is biztonságos területre visz. Ezt a lehetőséget azonban új létesítmények esetében nem javasolt figyelembe venni a kapacitás kialakítása során, csak alternatív útvonalként jöhetnek szóba.

A kilépési útvonalakat akadályoktól mentes állapotban kell tartani. A CCTV hasznos eszköznek számít a kijáratok és a vészhelyzeti kiürítési útvonalak figyelemmel kíséréséhez. A vendéglátó és a kereskedelmi létesítményeket, valamint a mosdókat

úgy kell elhelyezni, hogy sem a létesítmények, sem pedig az előttük kialakuló sorok ne akadályozzák a kilépési útvonalat.

A kilépési rendszer minden elemét egyértelműen kell feliratokkal és jelzésekkel el látni, amelyek megfelelő irányba terelik a tömeget a sportlétesítmény elhagyásakor, és – amikor csak lehet – tájékoztatást kell adniuk a kilépési útvonal célállomásáról (például: „Állomás”, „Városközpont” vagy „Látogatói parkoló”), hogy a jelzőtáblákat használók biztosak legyenek a dolgukban.

A kilépési útvonalon keresztüli akadálytalan mozgás azzal biztosítható, hogy a kilépési rendszer teljes hosszában sehol sem szűkül össze, mert ott feltorlódhatnak az emberek. Ez gyűjtőterek esetében kismértékben elfogadható, amelyek kapacitását maximum 4 fő/m<sup>2</sup> értékkel szabad kalkulálni. Ezen kívül annak érdekében, hogy az emberek elfogadható ütemben lépjenek be a kilépési rendszerbe, nagyon fontos a tömeg áramlásának szabályozása az útvonal elején, vagyis a nézőtéren belül. A kilépési útvonal ajánlott legkisebb szélessége 1,2 m.

Az átérésztési érték egy adott időpontban a kilépési rendszer vagy a vészhelyzeti kiürítési rendszer egy adott pontján áthaladni képes emberek számát jelenti. Az átérésztési értékeket befolyásoló tényezők a következők lehetnek:

- közönségprofil, gyerekek, idősek, fogyatékkal élő nézők, szeszitalvásárlási lehetőség;
- a kilépési útvonalon lévő kereskedelmi, vendéglátó vagy más létesítmények elhelyezkedése is kihasználtsági szintje;
- a kilépési rendszer kialakítása és fizikai állapota; például a lépcsők száma, oldalfalak megléte, a korlátok kialakítása és kiemelkedése, az irányjelző táblák minősége, a megvilágítás mértéke és a padlózat állapota.

Az áramlási kapacitásra vonatkozóan javasolt a lelátó szabvány alkalmazása, azaz 1,2 m szélesség esetén lépcsős felületen 79 ember tud megfelelő módon 1 perc alatt kilépni (ami 66 néző/méter szélesség/perc értékkel egyenértékű), míg vízszintes felületen 100 ember tud megfelelő módon 1 perc alatt kilépni (ami 82 néző/méter szélesség/perc értékkel egyenértékű).

Nincsenek merev szabályok arra vonatkozóan, hogy egy-egy kilépési útvonalat figyelmen kívül kell-e hagyni a sportlétesítmény vagy egy szektor vészhelyzeti kilépési kapacitásának kiszámításakor. Minden esetet a helyi körülmények alapján kell meghatározni, a nézőtérről kivezető adott kijárat fontosságának és a tűzveszélyességi szint értékelésének figyelembevételével. Ha a tűzveszélyességi kockázatértékelés azt állapítja meg, hogy egy kijáratot figyelmen kívül kell hagyni, akkor a figyelmen kívül hagyandó kijáratnak az adott területet kiszolgáló legszélesebb kijáratnak kell lennie. Ha a tűzveszély minimális, és a kilépési rendszer összes eleme megfelelő védelemben részesül a tűz hatásaival szemben, akkor nem indokolt a kijárat figyelmen kívül hagyása.

Nagyon fontos a gyakorlati intézkedések megtétele a fogyatékossgal élő nézők vészhelyzeti kimenekítéséhez. A fogyatékossgal élő nézőket saját biztonságuk és mások biztonságának veszélyeztetése nélkül kell elhelyezni. A biztonsági intézkedéseket nem szabad úgy kialakítani, hogy indokolatlanul korlátozzák a fogyatékossgal élő nézőket.

A vezetőségnek különös figyelmet kell fordítania az információs rendszerek olyan kialakítására, amely a csökkent látású, színérzékelésű vagy hallású nézők esetében is hatékonyak. A korlátozott mozgásképeségű nézők részére több belépési és kilépési lehetőséget kell biztosítani, javasolt a menekülési felvonók telepítése és a megfelelő mennyiségű átmeneti védett tér kialakítása.

A kijáratok közlekedő rendszer kijáratok ajtóit javasolt az alábbiak figyelembe vételével kialakítani és üzemeltetni:

- A kilépési útvonal részét képező egyik ajtó vagy kapu sem zárható be, illetve nem rögzíthető úgy, hogy azokat ne tudják könnyen és azonnal kinyitni az adott útvonalat vészhelyzetben használó személyek.
- A normál kilépési útvonalon lévő összes utolsó kijáratok ajtót teljesen nyitott helyzetben kell rögzíteni az esemény végéig, emellett megfelelő személyzetnek kell tartózkodnia mellettük. A kijáratok ajtók nyitott helyzetben nem akadályozhatnak egyetlen közlekedőt, átjáró folyosót, lépcsőt vagy lépcsőfordulót és kívülről is mindig nyithatóknak kell lennie.
- Szerencsés kialakítása, ha a kijáratok ajtókat és kapukat a bejáratok mellett lehet elhelyezni.
- Tolókapukat vagy görgős billenőkapukat nem szabad használni, mert azok nem nyithatók ki, ha a tömeg mozgási iránya felől nyomást gyakorolnak rájuk, és elakadásra hajlamos szerkezetekkel vagy futósínekkel vannak felszerelve. A forgókapuk nem használhatók kiürítési eszközként, és nem képezhetik a rendes és a vészhelyzeti kilépési rendszer részét.
- Minden kijáratok ajtót és kaput egyértelmű jelöléssel és azonosítószámmal kell ellátni a belső és a külső oldalon egyaránt, hogy az erőforrásokat gyorsan oda lehessen irányítani, ahol szükségesek. Emellett minden kijáratok ajtót és kaput CCTV segítségével kell megfigyelés alatt tartani.
- Minden bejárat mellett átjáró ajtókat kell biztosítani annak lehetővé tétele céljából, hogy bármikor bárki elhagyhassa a sportlétesítményt (ideértve azokat is, akiket a sportlétesítmény rendszabályainak megsértése miatt távolítanak el).

#### 2.3.3.5. *Kiürítéshez kapcsolódó egyéb tűzvédelmi javaslatok*

Az ajánlásban található kifejezetten tűzvédelemmel foglalkozó fejezet is, amely magába foglalja a kockázati besorolás jellemzőit, a tűzjelzés és oltás követelményeit és az ehhez kapcsolódó üzemeltetési és biztonsági feladatok körét.

Az üzemeltetés feladatai közé tartozik a megfelelő biztonsági útmutatók, műveleti kézikönyv, intézkedési tervek kidolgozása és a felelősségvállalások deklarálása. Ezek többek között tartalmazzák a kockázatok felmérést, a munkavállalók és biztonsági vezetők feladatait, az utasítási láncot és a felelősök név szerinti megjelölését a döntési jogkörrel együtt. Javasolt különböző helyzetekre (vendégszurkolók, koncert, csoportmeccs, stb.), csoportokra (családok, fogyatékos személyek, idősek, kiemelt személyek, stb.) is kidolgozni az intézkedési terveket. Rendkívüli intézkedési tervet ajánlott kidolgozni többek között a tűzesetekre, vész eseti kiürítésre, rendkívül kedvezőtlen időjárási esetekre, terrortámadás vagy bombafenyegetés esetére, épületkárosodásra, elektromos áramkimaradásra, beépített elemek hibájából fakadó fennakadásokra.

A nézők szabad és akadálytalan haladásának biztosítása érdekében a vezetőségnek gondoskodnia kell arról, hogy a közlekedési útvonalakon semmi ne akadályozza a mozgást. Ehhez a következő – látszólag nem minden esetben biztonsági jellegű - használati/üzemelési intézkedések szükségesek:

- a szemét, hulladék és kiömlött anyagok rendszeres feltakarítása;
- a közlekedési területek folyamatos figyelése (rendezők és/vagy CCTV);
- a nem szükséges személyzet (például a szolgálaton kívüli személyzet) kulcsfontosságú területeken – például lépcsőházakban, közlekedőkben és átjárókban – való gyülekezésének megakadályozása;
- jegykezelési vagy belépési rend megfelelő kialakítása;
- az árusítóhelyek, tévéképernyők, eredményjelző táblák és más, a nézők figyelmét felkeltő elemek eloszlása és elhelyezése;
- olyan kereskedelmi tevékenységek vagy promóciók, amelyek a stratégiai területeken tömeg kialakulását okozhatják, vagy amelyen keretében szórólapokat, üdítőket vagy ajándékokat osztanak szét;
- a vendéglátó-ipari vagy kereskedelmi egységek megnyitása vagy bezárása az esemény előtt, alatt vagy után, olyan mintázat szerint, amelynek következtében a közlekedési rendszerek terhelése nő vagy csökken.

#### *2.3.3.6. Az ajánlások értékelése*

Az összesített előírások komplex rendszere figyelhető meg az ajánlásban, amely igyekszik teljes mértékben átfogóan és összefüggésiben kezelni a sportlétesítményeket. Mivel a nagy nemzetközi szervezetek jelentős része javasolja az útmutató alkalmazását, érdemes lenne megfontolni a lehetőségét a hazai alkalmazhatóságnak is. Véleményem szerint az útmutatóban foglaltak mutatják a legjobban a nemzetközi biztonsági és tűzvédelmi ajánlásokat, így az alábbiakban csak néhány területet szeretnék kiemelni a hazai viszonyokkal kapcsolatosan.

Fontosnak tartom a rendszerben és a szóhasználatban, hogy megkülönbözteti a normál üzemű kiürítést és a vészhelyzeti kiürítést. Ennek hazai átvétele is fontos

lenne nem csak sportlétesítmények esetében, amely szerintem jobban lehetővé tenné a laikusok számára is a kiürítés lényegének értelmezését is.

A hazai jogszabályokkal ellentétesen a kiürítési útvonalakat ellenőrző számítások során javasolja olyan ellenőrzések elvégzését is, amelyek során bizonyos útvonalak nem lennének elérhetőek. Ezzel párhuzamosan minden területnél javasolja, hogy kialakításra kerüljenek alternatív menekülési útvonalak is, amik áttételesen ezen probléma megoldását jelentik. Mivel az OTSZ alapvető kiürítési változata szerint minden kijárat elérhető és erre az esetre kell teljesíteni a szintidőket, így az útvonalak lezárását nem lenne célszerű figyelembe venni, azonban az alternatív útvonalak tervezése és biztosítása mindenképpen növelné a sportlétesítmények biztonsági szintjét.

Érdekes és megfontolandó, hogy a kapacitás számításhoz az áteresztő képességet a lelátó szabvány alapján határozzák meg és alkalmazzák, amely lényegesen nagyobb az OTSZ szerinti értéknél.

Az útmutató elég sok használati, üzemelési szabályt és javaslatot fogalmaz meg, amelyek messze túlmutatnak a hazai tűzvédelmi szabályozás keretein. Azonban néhány eleme beilleszthető lenne a tűzvédelmi használati szabályok közé is, illetve a biztonsági tervek készítéséhez is (pl. biztonsági kiürítési tervek, személyzet létszáma, takarítási szabályok).

Érdekes előírás, hogy ha a lépcső melletti kapaszkodó benyúlása 100 mm-nél nagyobb, akkor a közötte levő szélesség tekinthető nettó szélességnek, azonban ez alatt nem befolyásolja a szélesség ellenőrzését. Ez ellentmond a magyarországi jogszabályok alapvető felfogásának és néhány nemzetközi alapvető szakirodalomnak is, viszont az általános megfigyelések alapján mégis meggondolandó, hogy valójában mennyire akadályozó tényező egy derékmagasságban elhelyezkedő korlát, amikor a személyek jellemzően nem ott a legszélesebbek.

Fontos megfigyelni, hogy a fogyatékossgal élő nézőkre vonatkozóan sokféle ajánlást fogalmaznak meg, mind a geometriai kialakításokkal, mind az információs rendszerrel, mind az üzemeltetéssel kapcsolatban. Ez a fajta gondolkodásmód jelenleg még nem honos az itthoni tervezések során, pedig mind a lakosság jellegzetességei, mind a jogszabályi keretek egyre fontosabbá tennék. A fogyatékossgal élők kiürítésével kapcsolatosan többfajta megoldást javasol, amelyek egy része tervezési kérdés (menekülő lift, átmeneti védett terek, lépcsőházak, információs rendszer, stb.), másik része azonban kizárólag üzemeltetői kérdés (kísérő, egyedi menekítési terv).

Nemzetközi tapasztalatok alapján a nagy sportesemények (olimpia) esetében az egész folyamatra készítene tömegáramlási modelleket, minden létesítmény eseményeit figyelembe véve és ennek eredményeit használják a biztonsági tervek készítéséhez, az egyéb programok, promóciók meghatározásához. Ezen ötlet adaptálása azonban figyelemre méltó lehet egy-egy nagyobb sportrendezvény esetén is, amely feladat azonban szinte kizárólag a szervezést és üzemeltetést érinti.

#### 2.3.4. Accessible Stadia

Az 'Accessible Stadia' két nagy angliai szervezet által jegyzett anyag, amely a meglévő és tervezett stadionok esetében szükséges akadálymentesítési megoldásokat tartalmazza [13]. Megfigyelhető, hogy a javaslatok kidolgozásánál figyelembe vették a BS 8300<sup>6</sup> akadálymentesítési szabványt, azonban különválasztották a meglévő és a tervezett létesítményekre vonatkozó előírásokat, azok reális megvalósíthatósága miatt. Emellett az anyagban többször hivatkoznak az előző alfejezetben ismertetett 'Zöld Könyv' ajánlásra is, amelyet néhány esetben tovább pontosítottak kifejezetten az akadálymentesítési szempontok miatt.

Az ajánlásban a normál életvitelt befolyásoló fogyatékoságokat több csoportra osztják, amelyek lehetnek állandósult problémák (12 hónapnál hosszabb ideig tartó) vagy időszakos jelenségek:

- mozgásszervi problémák;
- kézügyességi problémák és mozgáskoordinációs zavarok;
- mindennapi tárgyak mozgatásának képességében bekövetkező probléma;
- beszéd-, hallás- vagy látássérülés;
- memória zavarok, koncentrációs és értelmi képesség változása;
- a fizikális veszély megítélésének megváltozása.

A látássérült (korlátozott látástartományok, teljes vakság) és hallássérült személyek segítésére jellemzően a felirati rendszerek, tájékoztató táblák és térképek megfelelő kialakítása a legfontosabb teendő. Ez vonatkozik mind a helyszínen található feliratokra, térképekre, mind az interneten vagy jegyvásárláskor kapott anyagokra.

A megváltozott koncentrációs vagy tanulási képességgel rendelkező személyek jelenléte a stadionok esetében nem igényel eltérő építészeti, geometriai kialakítást, azonban a személyzet megfelelő felkészítése szükséges a segítségükre.

A stadionok esetében a mozgássérült személyeknek megfelelő kialakítás befolyásolja leginkább az építmények építészeti kialakítását. Ezen belül is több fokozat lehetséges: kerekesszékes személyek, aki a saját székükkel szeretnének eljutni a nézőtérrel; ideiglenesen mozgáskorlátozott személyek, akik helyben igényelnek kerekesszékes szállítást (pl. gipszelt láb esetén a kocsitól a lelátóig és vissza); mozgásukban korlátozott személyek, akik esetleges segítséggel tudják csak elérni a helyüket (pl. mankó, járókeret). Bár a magyar szóhasználatban az idős embereket nem szoktuk a mozgássérült személyek csoportjába sorolni, a számukra szükséges mozgási segítségük alapján ugyanazon igények merülhetnek fel.

Jellemző, hogy az előírások kitérnek többféle fogyatékoság kezelésére is, valamint nem csak az állandósult, hanem az ideiglenes állapotokra is. Ez utóbbinak tervezők és üzemeltetők általi elfogadása – és az arra történő felkészülés - fontos előrelépés lenne a hazai létesítmények esetében.

---

<sup>6</sup> BS 8300:2009+A1:2010 Design of buildings and their approaches to meet the needs of disabled people. Code of practice

### 3. SZÁMÍTÓGÉPES KIÜRÍTÉS SZIMULÁCIÓS PROGRAMOK

A világunkat átölelő technikai rendszerek – például közgazdasági, társadalmi, környezeti, ipari, biológiai, információs - sokoldalúsága miatt a szakemberek a leírásukra és a vizsgálatukra verbális, matematikai, képi és fizikai modelleket fejlesztettek ki. A számítógépes technológia rohamos fejlődése lehetővé tette a bonyolult számítások időbeni redukálását és a velük történő modellezés mára már a kutatások, tervezések nélkülözhetetlen eszközévé vált. Ha ismert a folyamat algoritmusa, akkor a számítógépes program megírható, amelynek futtatásával a folyamat modellé, szimulációvá válik. A szimulációt röviden egy valós folyamat vagy rendszer meghatározott ideig történő imitálásaként, utánzásaként definiálhatjuk.

A terrortámadások és nagyobb tüzesetek arra ösztönzik a kutatókat, hogy minél pontosabb képet alkossanak az emberi viselkedésről és ezáltal egy-egy épület, terület vagy egész város kiürítése is jobban tervezhető legyen.

A kiürítés modellezésének 3 fő célja lehet, amelyek azonban a valóságban nem mindig válnak el egymástól:

- optimalizálás – az épület geometriai kialakításának vizsgálata, a kiürítési helyzet minden szempontból a lehető legjobb, az emberek normál ütemben haladnak, a kijáratok és útvonalak rendelkezésre állnak;
- szcenáriók vizsgálata – megmutatja a valós kiürítési helyzethez közel álló mozgást és viselkedést, azonban az eredmények nagy eltéréseket mutathatnak a modell részletezettségétől függően;
- kockázat elemzés – tűz esetén előforduló problémák felderítése, több ismétlés szükséges az elfogadható eredmény kimutatásához.

A mérnöki megközelítésű tűzvédelmi tervezés során a kiürítés megfelelősége a folyamatosan fejlődő programok segítségével modellezéssel is igazolható. Ugyanakkor egy jól működő, hiteles modell megalkotása a kiürítéssel kapcsolatos erős szakmai felkészültséget igényel.

#### 3.1. EURÓPAI IRÁNYELV ÉPÜLETEK KIÜRÍTÉSÉHEZ

Az európai irányelv komplex elvi és gyakorlati javaslatokat gyűjtött össze a kiürítési koncepció kialakításához. Ebbe tartozik az általános fogalmak, folyamatok leírása mellett az menekülésre rendelkezésre álló (ASET<sup>7</sup>) és a meneküléshez szükséges

---

<sup>7</sup> „Menekülésre rendelkezésre álló idő (Available Safe Egress Time, ASET): a tűz keletkezésétől (a gyulladástól) számított teljes idő, amely során az építményben, szabad téren a környezeti feltételek lehetővé teszik a biztonságos menekülést és a mentést.”

(RSET<sup>8</sup>) időtartam kialakításának, vizsgálatának módszerei is [14]. Az ajánlás mellékleteiben konkrét tudományos adatok találhatóak a tűz fizikai hatásainak meghatározásához, útmutatót a tervezési tűzfolyamat és kiürítési változat kiválasztásához, főbb jellemzőket és példákat a használt tűzmodellező és kiürítés modellező programokra. A D melléklet részletesen foglalkozik a meneküléshez szükséges idő számításával, számszerű javaslatokat téve a részeinek meghatározására illetve számítására.

### **3.1.1. A kiürítés tervezés lehetőségei**

A többi nemzetközi ajánláshoz és jogszabályhoz hasonlóan ez az irányelv is két módszert javasol a kiürítés tervezéséhez:

Az egyik lehetőség a leíró jellegű szabályok betartása, amik kutatásokra és tapasztalatokra alapulnak. Nagyjából a 19. század végétől kezdve alakultak ki és folyamatosan fejlődnek az újabb vizsgálatok alapján, bár lassan követik a műszaki és viselkedési változásokat. Jellemzően vizsgált adatok:

- kijáratok száma, menekülési útvonalak szélessége és hossza;
- kiürítés maximált időtartalma;
- intézkedések a kiürítési útvonalak elérhetőségére.

A haladási sebesség jellemzően 0,5 m/s körüli, a megengedett kiürítés idő nagyjából 3-5 perc között mozog.

A másik lehetőség a mérnöki megközelítés, amelynek alapja a rendelkezésre álló idő (ASET) és a meneküléshez szükséges idő (RSET) összehasonlítása. A két érték különbsége a biztonság fokát is megmutatja, mert a tervezés és a valóság közötti tartalékot képezi a nehezen jósolható részletek miatt.

A rendelkezésre álló idő meghatározása történhet leíró jelleggel, azonban a valósághoz jobban közelítő megoldás a tűz-szimuláció alkalmazása.

A meneküléshez szükséges idő meghatározásának részei:

- a detektálási idő;
- a riasztás ideje;
- kiürítés előtti időtartam (pre-movement time);
- kiürítési időtartam (travel time) – mozgási + várakozási + áthaladási idő.

### **3.1.2. A meneküléshez szükséges idő meghatározása**

A detektálási idő az épület karakterétől, a bent tartózkodók jellegéből és a tűz jellegétől függ. Amennyiben az épületben van beépített tűzjelző berendezés, akkor annak kialakítása és érzékenysége a meghatározó.

---

<sup>8</sup> „Meneküléshez szükséges időtartam (Required Safe Egress Time, RSET): az a teljes számított idő, amely alatt a személyek elhagyják az építményt, azaz a tűz keletkezésétől 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.”



A riasztás idejét 3 kategória esetére határozza meg, amelyekhez eltérő időt javasol figyelembe venni. Emellett azonban az épület jellegéből fakadóak javasolt megfontolni a területenkénti eltérő riasztási időt.

A1 – ha az épületben van beépített tűzjelző rendszer és az érzékeléssel egy időben keletkezik a jelzés is, így ez az érték 0 perc.

A2 – ha az épületben van beépített tűzjelző rendszer, de a jelzés késleltetéssel szólal meg, úgy annak idejét a biztonsági stratégia függvényében 2 és 5 perc között javasolt kialakítani.

A3 – ha nincs az épületben beépített tűzjelző rendszer, úgy a riasztás idejének számszerűsítése nagyon nehéz, mivel túlzottan függ a tűzkeletkezés helyszínétől, a tűzfolyamattól és a személyek tartózkodási helyétől.

funkció	tűzjelzés jellege		
	vészeseti élő iránnyítás	szöveges be-mondás, gyakorlott személyzet	csak hangjel és/vagy nem gyakorlott személyzet
iroda, kereskedelmi és ipari épület, iskola, egyetem – ébren vannak, ismerik az épületet, van tűzjelzés és tűzriadó gyakorlatok	< 1	3	> 4
üzlet, múzeum, szabadidő központ – ébren vannak, nem ismerik az épületet, a tűzjelzést és a kiürítés menetét	< 2	3	> 6
kollégium, középmagas és magas lakóépületek – alhatnak, ismerik az épületet, a tűzjelzést és a tűzriadó gyakorlatokat	< 2	4	> 5
hotel és szálló jellegű épületek – alhatnak, nem ismerik az épületet, a tűzjelzést és a kiürítés menetét	< 2	4	> 6
kórház, szociális otthon, egyéb intézményi ellátás – jelentős létszám igényel segítséget	< 3	5	> 8

3. táblázat - javasolt 'pre-movement' értékek

A kiürítés előtti időtartam a tűzriasztás észlelésétől a kijáratok irányába történő célirányos mozgás megkezdéséig tart, két fő része az érzékelési idő és a reakció idő. Az érzékelési idő alatt a személyek folytatják a korábbi tevékenységüket és addig tart, amíg a döntést meghozzák, hogy reagálnak a riasztásra. A reakció idő során az alábbi tevékenységek valószínűsíthetőek: meggyőződnek a riasztás valóságáról,

befejezik a korábbi tevékenységüket (például lezárják a kasszát vagy kikapcsolják a számítógépet), megkeresik a rászoruló családtagokat, megpróbálják a tűz eloltását, riasztanak másokat, felöltöznek és összeszedik a fontos dolgait. Mivel nagyon sokféle jellemzőt kell figyelembe venni a meghatározás során, így ennek a számszerűsítése az egyik legnehezebb tervezői feladat és jelenleg még elég kevés nemzetközi irodalom vagy ajánlás vállalkozik rá. Általában annak függvényében próbálják meghatározni, hogy a személyek ébren vannak-e illetve hogy mennyire ismerik az épületet. Ezek alapján javasolják az alábbi értékek alkalmazását (angol előírások alapján):

A meneküléshez szükséges idő alap eleme a kiürítési idő, amely 3 tényezőtől tevődik össze: a mozgási idő az útvonalon, a kijárat előtti várakozási idő és a kijárat ajtó átbocsátó képességének ideje. Az idő meghatározása történhet kézi számításokkal vagy modellezéssel. A kézi számításra az ajánlás áramlási módszert javasol, amely gyakorlatilag megegyezik az SFPE kézikönyvben foglalt számítási módszerrel [15].

### 3.1.3. A modellező program kiválasztása

Nincs olyan modellező program, amely minden eset feldolgozásához alkalmas. Mindig alkalmazkodni kell a feladathoz és a kívánt célhoz, hiszen minden programnak megvannak a saját jellemzői és specialitásai.

A kiürítés modellező programok fejlődése során először csak a kézi számítások egyszerűsítése történt meg, majd megjelentek a hidraulikus áramlási modellek. A további fejlődés során egyre több faktor lett figyelembe vehető a programokban: épületek pontos tulajdonságai, előzetes képzések, környezeti hatások, emberi viselkedés, stb.

A táblázat célja megmutatni, hogy a modellező programok jelenleg folyamatos fejlődésben vannak világszerte és sokan sok helyen próbálják azok alkalmazásait kialakítani. A vészeseti kiürítés vizsgálata mellett az áramlási, mozgási modellezést használják a közlekedéstervezés, vagy akár a kiemelt rendezvényszervezés során is, vagy akár katonai szimulációs programok kiegészítéseként.

mozgási modellek	részleges viselkedési modellek	viselkedési modellek
EVACNET4	Simulex	ASERI
WAYOUT	GridFlow	buildingEXODUS
STEPS	ALLSAFE	EGRESS
EgressPro		Legion
Pathfinder (az európai irányelv kiadásakor még mozgási modellként sorolták be, de az azóta történt fejlesztések megfelelnek a részleges viselkedés kategóriának)		Myriad

4. táblázat - példák szimulációs programokra

A választani kívánt program tulajdonságai és a feladat ismeretében az alábbi tényezők átgondolása segít a megfelelő választás meghozatalában.

#### *1. Milyen dokumentáció áll rendelkezésre?*

A program megértéséhez és helyes alkalmazásához szükséges megismerni a technikai és használati útmutatót, amely részletes információkkal szolgál a program működéséhez. Ez csak akkor lehetséges, ha nyilvánosan (vagy a licenz megszerzésével) ez rendelkezésre áll.

#### *2. Milyen épületre/területre használható?*

Bizonyos programokat speciális helyzetekre fejlesztettek, amelyek máshol nem megbízható eredményt adnak. Korlátozások lehetnek, hogy minden épületre alkalmas, például csak középületekre, csak közlekedési eszközökre (pl. repülő, hajó), magas épületekre nem alkalmas vagy csak 1 kijárat állítható be.

#### *3. Milyen a modellezési módszer?*

Ez lehet tisztán mozgási modell (a személyek a kijáratok felé mozognak, a feltorlódási problémák jól megjeleníthetők), amely esetében gyakorlatilag a fizikai kiüríthetőség vizsgálata történik meg. Lehet viselkedési modell, ahol a személyek a mozgáson kívül a környezetükre képesek reakciókat adni, amely befolyásolja a mozgásukat. Ezek fejlesztése a legnehezebb, hiszen szociológiai, pszichológiai viselkedési mintákat kell matematikai algoritmusokká alakítani. Léteznek részleges viselkedési modellek, amelyek elsősorban mozgási modellek, azonban néhány viselkedési lehetőség alkalmazható a beállításoknál.

A viselkedési lehetőségek az alábbiakat takarhatják: közvetett viselkedés (késleltetés, egyedi tulajdonságok és reakciók), feltételes viselkedés ('ha'-'akkor' reakciók), funkcionális analógia (a viselkedést összehasonlítások alapján hozza létre), mesterséges intelligencia vagy valószínűségi számítás alkalmazása (ilyenkor lehet, hogy minden egyes futtatás során eltérő eredményt kapunk).

A mozgás meghatározását befolyásolhatja: a sebesség és az áramlás a személy-sűrűség függvényében; a felhasználó által meghatározott a sebesség, az átáramlás és a megengedhető sűrűség; az interperszonális távolság – a személyeket egy buborék veszi körbe, ami elválasztja egymástól vagy a tárgytól. Cella modellek esetében minden cellának előre beállított maximális befogadó képessége van, amelyet a mozgás során folyamatosan követ vagy akár egy-egy cellában, egy időpontban csak egy személy tartózkodhat. A feltételes viselkedéseknél pedig a mozgást az épületben lévő feltételek által meghatározott tényekre adott válaszok befolyásolják.

#### *4. A tűz hatásait figyelembe veszi?*

A modellező programok fejlesztésének jelenleg ez az egyik meghatározó területe, hogy a tűz és kísérőjelenségeinek hatásait milyen módon képes alkalmazni vagy kezelni. Erre jelenleg többféle megoldás létezik: más program adatait használja (direkt megadás), kézzel megadhatóak az eredmények (indirekt megadás), saját tűzmodellel rendelkezik vagy nem megadhatóak az adatok.

Véleményem szerint ezek közül az első a legjobb fejlesztési irány, mivel szerintem egy egyesített modell tudja legkevésbé kiszolgáltatni a kétféle szimuláció különböző igényeit és túl szerteágazó lenne. Ha azonban a hő- és füstterjedési szimulációkat el lehet készíteni az arra legalkalmasabb programban és annak eredményeit beadni a kiürítés szimuláció során, akkor mindkét szimulációt az arra legalkalmasabb programban lehet lekészíteni, mégis lehet az összefüggéseket is komplexebben kezelni.

#### *5. Megjelenítés módja milyen?*

Bár elhanyagolhatónak tűnik, de az eredmények megjelenítésének lehetőségei nagyban befolyásolják a program használhatóságát és közérhetőségét. Sok program alkalmas már az adatok megadása mellett a 2D és vagy a 3D megjelenítésre is. Ezzel a lehetséges problémák, kritikus pontok felismerése sokkal egyszerűbb. A felhasználók és hatóságok részére is sokkal egyszerűbb a grafikus eredmények megértése és feldolgozása.

#### *6. A program rendelkezik-e validációval?*

A validáció<sup>9</sup> és verifikáció<sup>10</sup> során többféle ellenőrzési forma lehetséges, amelyek bármelyike alkalmas lehet a program megítélésére, azonban annál komolyabbnak lehet tekinteni, minél többfajta ellenőrzést végeztek el rajta. A program eredményei megfelel a normák által adott számítási eredményeknek, a megelőző gyakorlatok és tapasztalatok eredményeinek, az irodalmi adatoknak, más programok eredményeinek.

### **3.1.4. Az európai ajánlások értékelése**

Az európai irányelv teljesen foglalkozik a kiürítési koncepció kialakításával és számításaival, amely teljesen egybevágh a többi nemzetközi szakirodalomban megtalálható javaslatokkal, lényegében azok összefoglalásának tekinthető. Emellett különlegessége, hogy már részletesen foglalkozik a mérnöki módszerekkel, mint tervezési lehetőséggel.

A javaslatok egy része jelenleg is megtalálható a hazai szabályozásba, míg egyes részei most fognak kerülni be az új OTSZ illetve a TvMI segítségével. De még így is maradnak olyan részei, amelyek átvételét a későbbiekben érdemes lenne megfontolni.

## **3.2. NIST ELEMZÉS - ÖSSZEHASONLÍTÁS ÉS JAVASLATOK**

Az amerikai szabványügyi és fejlesztési intézet (National Institute of Standard and Technology, NIST) rendszeresen készít szakmai vizsgálatokat, amik közül a kiürítéssel kapcsolatosan Erica Kuligowski rendszeres publikációi követik a legújabb szak-

---

<sup>9</sup> validáció (érvényesítő ellenőrzés): egy szoftver alkalmasságának vizsgálata, a szoftver numerikus számítási eljárásainak más matematikai- fizikai-kémiai modellekkel és valós referencia-kísérletekkel történő ellenőrzésével

<sup>10</sup> verifikáció (igazoló ellenőrzés): a validált szoftverben felépített szimulációs modell és a valós kísérletek-folyamatok eredményeinek összehasonlítása, az eltérések meghatározása és számszerűsítése.

mai fejlesztéseket. A 2005-ben készített és 2010-ben felülvizsgált tanulmányban feldolgozták összesen 28 menekülés szimulációs program jellemzőit, azok tartalmi értékelése illetve megítélése nélkül [16]. A tanulmány célja, hogy a programok tulajdonságait összefoglalva segítse a modellkészítők választását.

### ***3.2.1. A tanulmányban szereplő értékelés szempontok***

A tanulmányban a programok értékelése gyakorlatilag az európai irányelvben is említett tulajdonságokat alapján történik, további - alább felsorolt - kiegészítő információval együtt.

#### *1. Területfelosztás rendszere*

A modelltér felosztását vizsgálva megkülönböztetnek cella modelleket, területi modelleket és folyamatos felületeket használó modelleket. A cella modellek jellemzője, hogy 1-1 cellában egy időben csak 1 személy tartózkodhat, így térbeli kiterjedésük általában legalább 50×50 cm értéket éri el. A folyamatos felületeket használó felosztás során a személyek nem kötődnek cellához, szabadon mozoghatnak, azonban jellemzően egyéb szabályok határozzák meg ezt a mozgás (például a sűrűséget, megközelítést). A területi modelleknél csak területi típusok kerülnek meghatározásra (például szoba, közlekedő, lépcső), amelyek korlátozottan alkalmasak a tér valós leírására.

#### *2. Nézőpont*

Vizsgálták a programoknál a személyek és a modell nézőpontját. Egyrészt, hogy a modell a személyeket egyébként vizsgálja, önálló információkkal és tulajdonságokkal, vagy globálisan, homogén csoportonként. Másrészt, hogy a személyek a számítások során az egész modellt ismerik-e vagy a ténylegesen csak a környezetükben található információk alapján hozzák meg a döntéseiket.

#### *3. Viselkedési minta*

A tanulmányban megkülönböztetnek különböző viselkedési mintákat, amiket a programok használhatnak a számításaik során. A közvetett viselkedési minták használata során a személyek a tulajdonságaik alapján hozzák meg a döntéseiket (például késleltetés, kijárat és irányválasztás). A feltételes viselkedés során a személyek a közvetlen környezeti feltételek alapján hozzák meg a döntésüket. Bizonyos modellek képesek a mesterséges intelligencia fejlesztéseit alkalmazni illetve a valószínűségi elemeket használni.

#### *4. A mozgási módszer*

A programok a mozgások leírását és szabályozását különböző módszerekkel határozzák meg. A szabályok általában figyelembe veszik a tömeg sűrűségét, az interperszonális távolságot illetve egyéb megadható feltételeket (például tűzhatás), amelyek részben a program által kalkuláltak, részben a felhasználó által megadhatóak. A cellamodellek esetében a cellák használata, telítettsége a meghatározó.

#### *5. Ellenáramlás*

Mivel a valóságban sokszor előfordulhat, hogy valamilyen okból ellenáramlás alakul ki a kiürítés során, így a tanulmányban vizsgálták ennek beállíthatóságát.

### 6. Kijáratok blokkolása

A valóság-hű megközelítések során előfordulhat, hogy a valamilyen oknál fogva 1-1 kijárat vagy útvonal nem elérhető a kiürítés során. Amennyiben a program lehetőséget ad ezek beállítására is, úgy készíthetők különböző szcenárió vizsgálatok a segítségével.

### 7. A tűz kísérő jelenségeinek hatása és a toxicitás

Amennyiben a modellben lehetőség van a hő- és füstterjedési modell adatainak bevitelére, akkor a tűz és kísérő jelenségeinek hatását felhasználhatja a szimuláció során (például lassul a személyek sebessége rosszabb látási viszonyok között).

### 8. Csoportképzés

A valós gyakorlatok vagy tüzesetek vizsgálata során megfigyelhető, hogy a személyek csoportokat képezhetnek a kiürítés során, akik valamilyen tulajdonságuknál fogva közel azonosan viselkednek és/vagy együtt mozognak a kijáratok irányába (például családtagok). Egyes modellek esetében beállíthatóak ilyen csoportok, vagy legalább hasonló karakterisztikájú személyek, azonban a tényleges használat előtt javasolt meggyőződni róla, hogy az adott programban a csoport tagjai együtt vagy külön hoznak döntéseket és mozognak a kijáratok felé.

### 9. Fogyatékos vagy lassú személyek és késleltetések

A valóságban nem minden személy mozog azonos sebességgel egy kiürítés során, így fontos tulajdonság, ha a program lehetőséget ad eltérő sebesség értékek alkalmazására. Szintén megfigyelhető, hogy egyes helyzetekhez és személyekhez eltérő kiürítés előtti időtartamok tartozhatnak (szakirodalmi adatok alapján meghatározva), amelyek beállíthatósága növeli a program valóság-hű kialakítását.

### 10. Felvonó

Egyes programok alkalmasak a biztonsági/menekülő felvonók használatának szimulálására is.

### 11. Útvonal választás

A programok egyik legjellemzőbb tulajdonsága, ami a működésüket és eredményeiket befolyásolja, hogy a személyek mi alapján választanak menekülési útvonalat és kijáratot. Ennek megértése alapvető feltétele a program alkalmazhatóságának és az eredmények értékelésének.

## 3.2.2. A tanulmány értékelése

Ahogy a részletes tanulmány is mutatja, hogy minden modell kategóriában a sokféle program található, de gyakorlatilag mindegyik egyedi a különféle választási és modellezési módszerek alkalmazása miatt. A jelentés információkat biztosít ahhoz, hogy minden projekthez meg lehessen találni a megfelelő modellező programot, amely után könnyebb áttekinteni a részletes útmutatókat. Mivel az idő múlásával egyre több evakuálási modelleket dolgoznak ki világszerte, és sok modellt folyamatosan frissítenek a fejlesztők, így javasolják a különféle publikációk figyelemmel kísérését a programválasztása előtt.

A tanulmányban szereplő programok közül az 1. mellékletben szerepeltetem azokat, amelyek a megjelenő TvMI szövegben az itthon elfogadható programok listájában szerepelnek [17].

### **3.3. IMO 1238 AJÁNLÁS**

Nemzetközi szinten jelenleg nincsen szabvány vagy jogszabály a kiürítés szimulációs programok készítéséhez, működésük ellenőrzéséhez, alkalmazásukhoz. A programok fejlesztői ezért jelenleg egy ajánlást, illetve annak mellékletét használják fel a programok ellenőrzése során, amely egységes rövid feladatokat javasol. (A tesztek részletes leírását a 2. melléklet tartalmazza.)

A Nemzetközi Hajózási Hivatal 2007. október 30.-án fogadta el a 1238 számú ajánlását, amely az „Útmutató a meglévő és új személyszállító hajók kiürítés számítás készítéséhez” címet kapta [18]. Az ajánlás kifejezetten hajók kiürítésének ellenőrzését, annak pontos lépéseit, a személyek paramétereit, az ellenőrizendő kiürítési változatokat egységesíti, amelyhez lehetővé teszi szimulációs programok alkalmazását is. Azonban az alkalmazható programoknak meg kell felelniük az ajánlás 3. mellékletében leírt ellenőrzésen, amely rövid tesztek tartalmaz a komponensek ellenőrzésére, a funkcionálisan a minőségi és mennyiségi ellenőrzésekre.

Bár ez az ajánlás hajók ellenőrzésére vonatkozik, más irányelv hiányában a szoftverek fejlesztői ezen javaslatokat használják fel a validálási és verifikációs eljárásuk során.

#### **3.3.1. A komponensek ellenőrzése**

A komponensek vizsgálata azt hivatott ellenőrizni, hogy a szoftver részei az elvárások szerint működnek. Ehhez egyszerű példákat használhatunk fel, amelyek egyes programrészeket vizsgálnak meg.

#### **3.3.2. Funkcionális ellenőrzés**

A funkcionális ellenőrzés során vizsgáljuk, hogy a modell rendelkezik-e azzal a képességgel, hogy a szükséges szimulációkat elvégezze, amely követelmény mindig az adott feladatra jellemző.

A szoftver fejlesztőinek kell meghatározni, hogy milyen lehetőségekkel és képességekkel rendelkezik a program és ezeket az információkat könnyen hozzáférhetővé kell tennie a technikai leírásban. Az ellenőrzés ezek alapján történhet meg.

### 3.3.3. Minőségi ellenőrzés

A programok ellenőrzésének harmadik formája azt vizsgálja, hogy a valószínűsített emberi viselkedés mennyire felel meg a valóságban megfigyelt viselkedési formáknak és ezek, hogy viszonyulnak a programba beépített lehetőséghez.

### 3.3.4. Mennyiségi ellenőrzés

Mennyiségi ellenőrzés magában foglalja a modellek előrejelzéseinek összehasonlítását megbízható gyakorlati (valós) adatokkal. A világszerte fellelhető fejlesztések jelenlegi szakaszában még nem állnak rendelkezésre megfelelő mennyiségben ilyen összehasonlító adatok, így az ajánlás szerint addig az első három összetevő vizsgálatával a hitelesítési folyamat elégségesnek tekinthető.

## 3.4. TŰZVÉDELMI MŰSZAKI IRÁNYELV – SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓK

Az új OTSZ rendelethez kapcsolódóan 2015. március 11-én a BM OKF kiadta az első 6 témakörben készített Tűzvédelmi Műszaki Irányelveket, amelyek között megtalálható a „Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimuláció” című szakmai ajánlás, amelyben rendezni kívánják a számítógépes szimuláció készítés menetét és szakmai kritériumait [17].

Bár nagyjából 2005 óta jelentek meg Magyarországon a tűz- és füstterjedési szimulációk és én – legjobb tudomásom szerint elsőként kezdve - 2010 óta foglalkozom a menekülési szimulációkkal, de ezen irányelvben jelennek meg először összefoglaló javaslatok, megoldások a mérnöki módszerek alkalmazására.

Az irányelvben szerepel két vizsgálati lehetőség: az egyik a kiürítési idő (travel time) ellenőrzése, azaz a fizikai kiüríthetőség vizsgálata; a másik a menekülési idő vizsgálata, ahol a menekülésre rendelkezésre álló idő hasonlítandó össze a meneküléshez szükséges idővel (TvMI 5.3.2.).

*„A szimuláció bemeneti és kimeneti paramétereit a kiürítési szimuláció céljának és elvárt eredményének megfelelően kell meghatározni. A kiürítési időpontok meghatározása a rendeltetésnek, kockázati osztálynak és a tervezett létszámnak megfelelően az OTSZ előírásai alapján, vagy tűz- és füstterjedési szimulációval történik.*

*Főbb bemeneti paraméterek a kiürítés során figyelembe vehető geometriai elemek, a kiürítendő személyek száma és tulajdonságai, a kiürítés előtti időtartam meghatározása. Az eredmények paramétereit lehetnek:*

- a) a szintidő követelmény alapján kiüríthető létszám meghatározása;*
- b) átbocsátott személyek száma az idő függvényében;*
- c) kiürítési vagy menekülési időtartam illetve annak szakaszai;*
- d) menekülési felvonó hatékonysága a kiürítés során;*



*e) biztonságos terek (például gyülekezőhely, nagy létszámú kiürítés esetében az építmény környezete) és átmeneti védett terek (például füstmentes lépcsőházak, önálló helyiségek) befogadóképességének igazolása;*  
*f) kiürítés/menekülés folyamatának bemutatása az esetleges torlódásokkal (például menekülési felvonó környezete, menekülési iránnyal ellentétesen közlekedő személyek hatása, akadályok hatása)."*

Az irányelvben kiemelésre került, hogy minden esetben a fejlesztői ajánlásoknak megfelelően kell alkalmazni az adott modellező programot, amely egybevág a nemzetközi ajánlásokkal. Javaslatok találhatóak a modellter kialakításának szabályaira, emellett a vezérlések, a késleltetések, a nemek és korosztályok arányának alkalmazására hívja fel a figyelmet.

Azonban az irányelv lényegében ténylegesen csak elveket foglal össze és néhány határt szab meg, de konkrét megoldásokat és számokat nem ír elő, azok megtalálása és alkalmazása továbbra is tervezői felelősség kérdése marad.

### **3.5. PATHFINDER 2014**

A Thunderhead Engineering Ltd. által fejlesztett Pathfinder nevű program az egyik legdinamikusabban fejlődő lehetőség, amelyet az egész világon széles körben alkalmaznak [19]. A programot egy amerikai magán cég fejleszti, a fellelhető adatok alapján lényegében 2009 óta és nagy előnye, hogy folyamatos fejlesztés mellett pontosítják és javítják a modellezési lehetőségeket. A fejlesztés során nagy hangsúlyt fektetnek a legújabb tudományos eredmények alkalmazására, mind a tűzvédelem mind a programozás tekintetében, valamint hogy minél több esetben kerüljön sor az eredményeik valós gyakorlattal történő validálására<sup>11</sup>.

#### **3.5.1. A program tulajdonságai**

Ez a szimulációs program egy személy alapú kiürítési szimulátor, amely alkalmazza a személyek mozgására jellemző kikerüléssel viselkedést. A program mozgási modellt hoz létre, a viselkedést csak közvetetten és limitáltan lehet a segítségével szimulálni. A szimulátor három modulból áll: grafikus felhasználói felületből, a szimulátorból és a 3D- s eredmények megjelenítőből.

A mozgási modellel alapvetően a kiüríthetőséget vizsgálhatjuk meg, nem alkalmas a viselkedési mintázatok, a pánik vagy a tűz kísérő jelenségeinek hatásának vizsgálatára. A tűz kísérő jelenségeit bár nem alkalmazza a szimuláció során, a megjelenítő modulban együtt is bemutathatóak, ezzel grafikus vizsgálatra álló biztonságos környezet meglétét és változásait a kiürítés menetével.

---

<sup>11</sup> Itthon a Szent István Egyetem, Ybl Miklós Építéstudományi Kar Tűz- és Katasztrófavédelmi Intézet szervezésében történt egy kiürítési gyakorlat 2012-ben, amelyen a program fejlesztői is részt vettek, de eddig – legjobb tudomásom szerint - nem jelent meg róla tudományos publikáció.

A program a szakmai elvárásoknak megfelelően rendelkezik használati útmutatóval, technikai leírással és verifikációs dokumentummal, amelyeket folyamatosan fejlesztenek. A használati útmutató és a fejlesztő honlapján megjelenő demó anyagok segítséget nyújtanak a használat technikai részleteihez. A technikai leírás ad pontosabb képet arról, hogy a számítási algoritmusok milyen egyenletek alapján működnek. De fontos tudni, hogy a fejlesztő az egyenletek csak azon részét adja ki, amelyek az alapvető megismeréshez és használathoz szükségesek, míg a többi ipari titokként nem áll rendelkezésre. Ezért alapvető fontosságú a program használata során a fejlesztővel történő kapcsolattartás és a szakmai támogatás igénybevétele. A validációs és verifikációs dokumentumban az egyszerű ellenőrzések során az IMO tesztek és az SFPE kézikönyvben levő kisebb példák megoldásait ellenőrizték és dokumentálták le. Emellett a program eredményeit összehasonlították jól dokumentált tüz esetekkel, szakmai publikációkkal, amelyek a technikai működés mellett az eredmények megbízhatóságának vizsgálatára alkalmasak.

### **3.5.2. Futtatási lehetőségek és ismétlődés**

A szimulációs modul futtatása két fő módszerrel vezérelhető: a 'Society of Fire Protection Engineers' - továbbiakban SFPE - módszer és a „steering” kikerülési alkalmazással. Az SFPE mód, olyan áramlási modell, ahol a személyek haladási sebességét az egyes helyiségekben lévő személyek száma és sűrűsége, valamint az ajtó keresztmetszete befolyásolja. (A módszer alapját az SFPE kézikönyvben [15] megjelent tanulmányban meghatározott értékek adják.)

A kikerülési módszer az inverz kikerülési módszer<sup>12</sup> alapul, így ez a módszer lehetővé teszi, hogy a bonyolultabb mozgási formák a maguk valós természeti formájában jelennek meg az alkalmazott algoritmusok segítségével. Az algoritmusok kiküszöbölik az SFPE módszer olyan „hátrányait”, mint az ajtóknál lévő „libasorban” történő haladást és a sűrűség számítását. A kikerülési mód esetében lehetőség van az ajtók átbecsátóképességének SFPE szerinti korlátozására, amely lehetővé teszi a hagyományos korlátok és a legmodernebb mozgási algoritmusok egyidejű alkalmazását.

A program alapvetően a távolság alapján kalkulálja az útvonalat és ez a beállítása részben módosítható, de nem írható felül. Emellett jelen programváltozatban beállítható, hogy az algoritmusok során számított súlyozások értékét módosítsuk, ezzel befolyásolva a paraméterek fontosságát. Erre azért lehet szükség, hogy az adott fel-

---

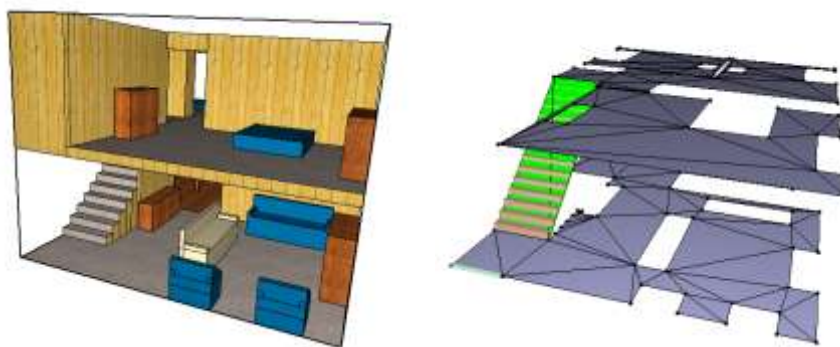
<sup>12</sup> Az inverz kikerülés algoritmus során a személy előre megadott irányokban vizsgálja a körülötte levő teret és az ott tapasztaltak alapján választ irányt a továbbhaladáshoz. Minden lépésben minden adott irányhoz a környezeti paraméterek alapján hozzárendel egy matematikai cél értéket (például van-e másik személy vagy akadály abban az irányban) és az értékek logikai vizsgálata alapján kialakított irányrend határozza meg a következő lépés irányát. A módszert elsőként Reynolds tette közzé 1999. során írt tanulmányában [20]. Jelenleg a világon a programozók ezt a módszert elsősorattal alkalmazzák mind a robotika mind a játékfejlesztés területén.

adatot, minél élethűbben lehessen szimulálni, azaz bizonyos értelemben a korábbi szakmai megfigyelések hatásait be lehessen vinni a program működésébe.

Mivel a programban beállíthatóak valószínűségek szerinti változó értékek is, így az eredmények csak többszöri ismétlés esetén tekinthetők elfogadhatónak. A szimuláció mindig a valóság egyszerűsítése, de az egyszerűsítés folyamán mindig inkább a biztonság javára érdemes dönteni. A szükséges ismétlődések számát mindig az adott feladat és beállított tulajdonságok határozzák meg, így ökölszám nem adható meg rá.

### 3.5.3. Geometriai adatok

A program 3D geometriai modellt alkalmaz a működése során, amelyen 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, amelyeket a későbbi számítások során a mozgás meghatározásához használ.



3. ábrásor – modelltér és járőfelület (Pathfinder Technical Reference 10. oldal)

A modelltér alap elemei az alábbiak: helyiség (*room*), lépcső/rámpa (*stair/ramp*), ajtó (*door*) és kijárati ajtó (*exit*). A teret létre lehet hozni önállóan vagy átvett 3D modell alapján, de minden esetben meg kell adni a programra jellemző tulajdonságait. Az átvett modell esetén megjeleníthető a teljes tér, míg a járőfelületek esetében csak azok látszanak. A program lehetőséget ad bármilyen pontosságú modelltéri kialakításra, cad alapú rajzbevitelre. Minden alapelem esetében rengeteg beállítás lehetséges, amellyel pontosabb és egyedivé tehető annak modellbeni viselkedése (késleltetés, nyitás-zárás, irányítottság, sebesség módosító tényezők, stb.).

### 3.5.4. A személyek adatai és elhelyezése

A program lehetőséget ad a személyek tulajdonságainak változatos, akár több száz féle megadására. Ebbe az alapvető válszélesség és sebesség értékek mellett a magasság, a gyorsulási idő, a minimális távolságtartás, az összenyomhatóság értéke tartozik, valamint akár prioritás, lépcsőhasználat tiltása is lehetséges. A számszerű adatok tudományos értelemben egyszerűbben, átlagokkal vagy akár standard eloszlással is megadhatóak.

A programban beállítható a személyek megjelenítésének módja és a modellezés és a szimuláció során is lehetséges ezek változtatása. A cilindres megjelenítésben beállíthatók színek is, a könnyebb követhetőség érdekében. Az eredmények megjelenítésekor pedig az élethű megjelenítésben kiválasztható az ember képe.

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. A maximális létszámot a személyek mérete és a kívánt távolságuk határozza meg. (Emiatt az OTSZ által előírt létszámsűrűség nem minden esetben valósítható meg.)

### **3.5.5. Speciális beállítások**

A program lehetőséget ad a személyek beállításánál, hogy azok bármelyik kijáratot használhassák. Ebben az esetben 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. A modellezés során mérlegelni kell, hogy az adott esetben melyik módszert érdemes választani, hogy a valóságot legjobban közelítsük meg, figyelembe véve, hogy a szakirodalom szerint pánikban inkább a főbejáratot választják az emberek.

A jogszabály kiürítési változatában az előírt kiürítési időnél nem vesszük figyelembe a késleltető tényezőket, a program azonban több lehetőséget nyújt erre a pontosabb szimulálás érdekében: késleltetési idő beállítása (pl. tűzjelzés, feladatok); kijelölt várakozóhely kiképzése; bizonyos helyiség vagy ajtók használatának kötelezése (pl. élőerős irányítás, időleges lezárás).

### **3.5.6. Szimulációs programok eredményei**

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.

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 az csak a kiegészítő ismeretekkel együtt adhat elfogadható eredményeket.

## 4. EGY TERVEZETT SPORTCSARNOK KOMPLETT KIÜRÍTÉSI KONCEPCIÓJA

Bár az általam vizsgált nemzetközi irodalom jellemzően stadionokról szól a jelenleg Magyarországon zajló több stadion beruházás vizsgálatára nem volt lehetőségem – a már átadásra került épületek esetében nem álltak rendelkezésre a tervek, a még tervezés alatt álló stadionok esetében pedig szigorú titoktartás köti a tervezőket -, ezért vizsgálok egy lelátóval rendelkező sportcsarnokot jelen fejezetben.

### 4.1. AZ ÉPÜLET RÖVID ISMERTETÉSE ÉPÍTÉSZETI ÉS TŰZVÉDELMI SZEMPONTBÓL

A tervezett épület egy szinte szabályos téglatest tömeget képez, amelyben az átjárás biztosítása érdekében építészeti elemként egy 2 szint magas átjáró készül az épület alatt, amely funkcionálisan is elválasztja a 2 nagyobb területét. Az épület megjelenésében vakolt és üvegezett felületek jellemzőek, amelyeket a homlokzati síktól eltartott, acél sodronyszerkezetre futtatott zöldhomlokzati elemek tagolnak.

A bal oldali részbe kerültek a vizes sport funkciók: a földszinten öltözők és gépészet, az 1 emeleten a medencék és szauna, a 2. szinten lelátó és gépészet. A középső területre került a száraz sport funkciók nagy része és a közönségforgalmi területek: a földszinten bejáratok, sportöltözők és sportpályák, az 1. emeleten sajtó központ, a 2. emeleten a közönségforgalmi előcsarnok és a lelátók. A jobb oldali területre került a bemelegítő pálya és az épület üzemeltetéséhez szükséges kiegészítő funkciók, irodák. A tetőszerkezet magasságában kialakított, részlegesen beépített tetőszinten nyitott és kis területen zárt területeken kerültek elhelyezésre (rejtett tetőfelépítményként) a kiszolgáló gépészeti helyiségek, főkapcsoló, elektromos elosztó, hűtőtornyok területe, amely nem éri el az épület alapterületének 25% területét.

#### Főbb tűzvédelmi jellemzők

- szintszám: földszint + részben 2 emelet + tetőszint;
- legfelső használati szint magassága +9,50;
- funkció: közösségi és sport;
- nettó szintterület: ~10.800 m<sup>2</sup>;
- tűzszakaszok: az épület 3 tűzszakaszt képez, a funkcionális tagolásnak megfelelően, függőleges tűzszakasz határok kialakításával;
- az épület teljes területén automatikus tűzjelző hálózat létesül, automatikus tűzoltó hálózatot nem alakítanak ki.

## 4.2. KIÜRÍTÉSI VÁLTOZATOK

Egy épület mindennapi használata során általában nem mindig az alap rendeltetésnek megfelelően használják, ami különösen igaz a nagyobb, sportlétesítmények esetében. Hagyományosan minden városban a sportcsarnokban szoktak kulturális és szórakoztató eseményeket tartani, a tanévnyitótól a karácsonyi koncertig. Ennek megfelelően egy ilyen jellegű épületnél mindenképpen szükséges többféle kiürítési változat vizsgálata, azoknak megfelelő kiürítési stratégiák kidolgozása és azoknak megfelelő építészeti kialakítás.

Jelen esetben 3 kiürítési változatot vizsgáltam meg:

- az 1M változat esetében egy sportverseny elrendezését modellezzük. A pályán 2 csapat játszik egymással, az öltözőkben további 4 csapat készülődik. Mind a fix lelátón, mind a mobil lelátón találhatóak nézők, valamint felül állóhelyeket is eladtak.

Az elhelyezett összesen 1750 személy megoszlása az alábbiak szerint történt:

helyiség	elhelyezett létszám (fő)							
	nézők					sportoló	személyzet	
	férfi	nő	gyerek	mozgás-sérült	látás-sérült		kiszolgáló	biztonsági
<i>földszint</i>								
átjáró	-	-	-	-	-	-	-	9
előterek	-	-	-	-	-	-	-	7
küzdőtér	-	-	-	-	20	-	-	10
öltözők	-	-	-	-	-	40	-	-
<i>köztes szint</i>								
sajtó	14	6	-	-	-	-	-	2
mobil lelátó	298	77	15	12	6	-	-	-
<i>lelátó szint</i>								
előcsarnok	4	4	-	-	-	-	8	7
lelátó	885	245	33	30	8	-	-	10

5. táblázat - személyek megoszlása 1M változatban

- a 2R változat esetében egy rendezvény elrendezést modellezzük. A küzdőtér területén 1 színpad került elhelyezésre, valamint a fennmaradó területen szabadon lehetnek az állóhelyes nézők. Mind a fix lelátón, mind a mobil lelátón találhatóak ülő nézők, a színpad vonalának kivételével.

Az elhelyezett összesen 3380 személy megoszlása az alábbiak szerint történt.

helyiség	elhelyezett létszám (fő)							
	nézők					sportoló	személyzet	
	férfi	nő	gyerek	mozgás-sérült	látássérült		kiszolgáló	biztonsági
<i>földszint</i>								
átjáró	-	-	-	-	-	-	-	10
előterek	-	-	-	-	-	-	2	8
küzdőtér	1310	870	-	-	-	-	-	24
színpad	-	-	-	-	-	-	40	16
<i>köztes szint</i>								
sajtó	14	6	-	-	-	-	-	2
mobil lelátó	180	86	-	30	22	-	-	-
<i>lelátó szint</i>								
előcsarnok	6	7	-	-	-	-	16	12
lelátó	411	222	-	63	11	-	-	12

6. táblázat - személyek megoszlása 2R változatban

- a 3D változat esetén egy diplomaosztó rendezvényt modellezünk. A küzdőtér területén 1 színpad került elhelyezésre, valamint a fennmaradó területen szék-sorok találhatóak. Emellett csak a fix lelátón találhatóak ülő nézők.

Az elhelyezett összesen 2227 személy megoszlása az alábbiak szerint történt:

helyiség	elhelyezett létszám (fő)							
	nézők					sportoló	személyzet	
	férfi	nő	gyerek	mozgás-sérült	látássérült		kiszolgáló	biztonsági
<i>földszint</i>								
átjáró	-	-	-	-	-	-	-	7
előterek	-	-	-	-	-	-	2	5
küzdőtér	962	-	-	-	-	-	-	10
színpad	10	-	-	-	-	-	-	-
<i>köztes szint</i>								
sajtó	14	6	-	-	-	-	-	2
<i>lelátó szint</i>								
előcsarnok	-	-	-	-	-	-	10	4
lelátó	597	517	30	31	8	-	-	12

7. táblázat - személyek megoszlása 3D változatban

### 4.3. RÉGI OTSZ SZERINTI KIÜRÍTÉS SZÁMÍTÁS

Az OTSZ által előírt számítási módszer során nem szükséges figyelembe venni a bent tartózkodó személyek tulajdonságait, hanem lényegében csak a létszámuk és elhelyezkedésük számít. A számítás továbbá lényegében azt sem tudja lekezelni, hogy egy azonos helyiségben több területen eltérő személysűrűséggel helyezkednek el, illetve ha csak bizonyos útvonalakat használhatnak, azonban az alábbiakban részletezett számítás során ezeket én figyelembe vettem a szakmai indokok miatt.

A számítások során az OTSZ 22. melléklet 2. táblázatban szereplő sebességeket az adott útvonal szakaszon ténylegesen kialakuló személysűrűség alapján vettem figyelembe: a lelátó sorok között 16 m/s, a lelátó lépcsőkön felfelé 8 m/s, a lelátó lépcsőkön és menekülő lépcsőházakban lefelé 10 m/s, a további vízszintes felületeken 16 vagy 30 m/s.

Az OTSZ 22. melléklet 1. táblázat alapján a kiürítési normaidő 1. ütemben 1,5 perc és 2. ütemben 6 perc.

#### 4.3.1. A kiürítés ellenőrzés az 1M kiürítési változat esetén

A számítás során a távolság szerint a 'legrosszabb' induló terület a fix lelátó alsó sorának közepe, ahonnan felfelé indulva az előcsarnokon keresztül érik el a főlépcsőt, amin keresztül jutnak ki a menekülők.

##### *A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 5,8/16 + 3 \times 3,6/8 + 25,3/30 = 0,36 + 1,35 + 0,84 = 2,55 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = 459 / (4 \times 1,8 + 1,0) / 41,7 = 1,34 \text{ perc}$$

##### *A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,55 + 22,4/16 + 3 \times 6/10 + 3,5/16 = 2,55 + 1,4 + 1,8 + 0,22 = 5,97 \text{ perc}$$

$$t_{2a} = 2,55 + 3 \times 6/10 + 5,2/16 = 2,55 + 1,8 + 0,32 = 4,67 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a lépcsők átbocsátása alapján

$$t_{2b} = 15,2/16 + (2 \times 459 + 47) / (4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65) / 41,7 + 3 \times 6/10 + 5,2/16 = 0,92 + 2,46 + 1,8 + 0,32 = 5,50 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján

$$t_{2c} = 15,2/16 + 3 \times 6/10 + 2,6/16 + (2 \times 459 + 47) / (3 \times 2,2 + 2 \times 1,05) / 41,7 = 0,92 + 1,8 + 0,16 + 2,66 = 5,54 \text{ perc}$$



A számításból látszik, hogy a lelátó kiürítése a távolság alapú ellenőrzés alapján nem felel meg az első szakaszban az 1,5 perc követelménynek, míg a többi számítás alapján megfelelő lenne.

#### **4.3.2. A kiürítés ellenőrzés a 2R kiürítési változat esetén**

Ebben az esetben a fix lelátó kiürítés számítása nem változott az előző változathoz képest. Ellenben a küzdőtéren elhelyezkedő nagy létszám szintén ellenőrzésre szorul. A két terület a valóságban teljesen elválasztott útvonalon menekülhet, így a két terület ellenőrzése történhet külön is.

A küzdőtérről egyrészt közvetlenül a szabadba vezető ajtókon keresztül lehet a menekülés, másrészt a főbejárat irányába az átjáró felé. Mivel a főbejárat irányában egy rövid előtéren keresztül történik a menekülés, így lényegében a kiürítést 1 ütemben érdemes vizsgálni.

##### *A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 35,8/16 = 2,23 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján (részben előtér, részben szabad tér irányában számolva):

$$t_{1b} = 2200 / (8 \times 1,05 + 4 \times 2) / 41,7 = 3,22 \text{ perc}$$

##### *A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 3,22 + 7,4/16 = 3,22 + 0,46 = 3,68 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján (előtér oldalon):

$$t_{2c} = 7,4/16 + (2200 \times 0,6) / (4 \times 2) / 41,7 = 0,46 + 3,96 = 4,42 \text{ perc}$$

A számításból látszik, hogy a lelátó kiürítése a számítások alapján nem felel meg az első szakaszban, míg a többi számítás alapján megfelelő lenne.

#### **4.3.3. A kiürítés ellenőrzés összefoglalása**

A jogszabály szerinti kiürítés számítás alapján az épületrész az 1. ütemben nem felel meg a követelményeknek. Mivel az építészeti program alapján a fő helyiség méretei adottak (sportpálya fix méretei), így azt nem lehet csökkenteni a megfelelés érdekében. Ezért a tervezés során a továbbiakban mind a menekülésre rendelkezésre álló idő vizsgálat, mind az elhelyezhető létszám pontosítása érdekében tűz- és füstterjedési illetve menekülési szimuláció készül.

(A területek komplett kiürítés számítását a 3. melléklet tartalmazza.)

## 4.4. AZ ÚJ OTSZ SZERINTI KIÜRÍTÉS ELLENŐRZÉS

Az épület ezen tűzszakasza a rendeltetése illetve magassága alapján NAK kockázati osztályba tartozhatna, azonban mivel rendezvény esetén a létszám meghaladhatja az 1500 főt a lelátós sporttér helyiségében, ezért a tűzszakasz besorolása MK.

### 4.4.1. Geometriai ellenőrzés

Az új OTSZ 7. melléklet 1. táblázat alapján a MK kockázati osztályú épületek esetén a menekülési útvonal elérésének távolsága 30 m, míg a menekülés útvonal legnagyobb megengedett hossza 200 m. A vizsgált terület kiürítése során 101-főnél több személlyel kell számolni, így a lépcső szélessége min.  $1,20 \text{ m} + 0,6 \text{ m}/100 \text{ főnként}$ . Az ajtó szélesség esetében pedig  $0,6 \text{ m}/50 \text{ főnként}$ .

A lelátó területén a legtávolabbi széktől az ajtók elérési távolsága:

$$5,8 + 3 \times 3,6 + 25,3 = 41,9 \text{ m} > 30 \text{ m}$$

A lelátó kiürítésének második ütemben a távolság a kijárati ajtóig:

$$22,4 + 3 \times 6 + 3,56 = 43,96 \text{ m} < 200 \text{ m}$$

A lelátó kiürítése során használt lépcsők szélessége (965 főre)

$$4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65 = 9,4 \text{ m} > 1,2 + 8 \times 0,6 = 6 \text{ m}$$

A lelátó kiürítése során használt ajtók szélessége (965 főre)

$$\text{a lelátó szinten } 8 \times 1,8 + 2 \times 1,0 = 16,4 \text{ m} > 20 \times 0,6 = 12 \text{ m}$$

$$\text{a kijárati szinten } 3 \times 2,2 + 2 \times 1,05 = 8,7 \text{ m} < 20 \times 0,6 = 12 \text{ m}$$

A küzdőtéren kialakuló legnagyobb elérési távolság az ajtókhöz:

$$35,8 \text{ m} > 30 \text{ m}$$

A küzdőtér kiürítésének második ütemben a távolság a kijárati ajtóig:

$$7,4 \text{ m} < 200 \text{ m}$$

A küzdőtér kiürítése során használt ajtók szélessége (2200 főre)

$$\text{a kijárati szinten } 8 \times 1,05 + 4 \times 2 = 16,4 \text{ m} < 44 \times 0,6 = 26,4 \text{ m}$$

Ez alapján kijelenthető, hogy ezen ellenőrzési módszer alapján szintén nem felel meg a terület a kiürítés első szakaszában a távolságok, valamint az ajtók átbocsátó képessége alapján.

### 4.4.2. TvMI számítás alapján történő ellenőrzés

Az új OTSZ 7. melléklet 4. táblázata alapján az MK kockázati egységnél a kiürítés 1. szakaszának megengedett ideje 1,0 perc, míg a 2. szakaszának megengedett ideje 6,0 perc. Ezen értékek adott épület esetében nem térnek el a jelenleg hatályos jogszabályi előírástól.

A számítások során azonban a haladási sebességek értékei módosultak, így a számított eredmények is részben megváltoznak. Emellett a sportlétesítmények esetében megengedett a nagyobb átbocsátó képesség alkalmazása is: a lépcsős felületek esetében 65,8 fő/m/perc és vízszintes felületek esetében 83,3 fő/m/perc. (A területek komplett kiürítés számítását a 4. melléklet tartalmazza.)

A TvMI szövegezésében megjelenik javaslatként, hogy a kiürítés első ütemében is ellenőrizni szükséges, hogy a helyiségen vagy helyiségcsoporton belüli legszűkebb keresztmetszet szintén vizsgálatra kerüljön.

#### 4.4.2.1. A kiürítés ellenőrzés az 1M kiürítési változat esetén

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 5,8/17 + 3 \times 3,6/6,25 + 25,3/28 = 0,34 + 1,73 + 0,90 = 2,97 \text{ perc} > 1 \text{ perc NFM}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = 459 / (4 \times 1,8 + 1,0) / 83,3 = 0,67 \text{ perc} < 1 \text{ perc MF}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,97 + 22,4/28 + 3 \times 6/8,5 + 3,5/17 = 2,97 + 0,8 + 2,11 + 0,21 = 6,09 \text{ perc} > 6 \text{ perc NFM}$$

$$t_{2a} = 2,97 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 = 2,97 + 2,11 + 0,31 = 5,39 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartama a lépcsők átbocsátása alapján

$$t_{2b} = 15,2/28 + (2 \times 459 + 47) / (4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65) / 65,8 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 = 0,54 + 1,56 + 2,11 + 0,31 = 4,52 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartama a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján

$$t_{2c} = 15,2/28 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 + (2 \times 459 + 47) / (3 \times 2,2 + 2 \times 1,05) / 83,3 = 0,54 + 2,11 + 0,31 + 1,33 = 4,29 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A számításból látszik, hogy sem a kiürítés első, sem a második szakasza nem felel meg az útszakaszok hossza alapján vizsgálva.

#### 4.4.2.2. A kiürítés ellenőrzés a 2R kiürítési változat esetén

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 35,8/28 = 1,27 \text{ perc} > 1 \text{ perc NFM}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján (részben előtér, részben szabad tér irányában számolva):

$$t_{1b} = 2200 / (8 \times 1,05 + 4 \times 2) / 83,3 = 1,61 \text{ perc} > 1 \text{ perc NFM}$$

#### A kiürítés második szakaszának számítása

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 3,22 + 7,4/17 = 3,22 + 0,44 = 3,66 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbecsátása alapján (előtér oldalán):

$$t_{2c} = 7,4/17 + (2200 \cdot 0,6) / (4 \cdot 2) / 83,3 = 0,44 + 1,98 = 2,42 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A számításból látszik, hogy a kiürítés első szakasza nem felel meg sem az útszakaszok hossza, sem az ajtók átbecsátóképesége alapján vizsgálva.

#### 4.4.3. A kiürítés ellenőrzés összefoglalása

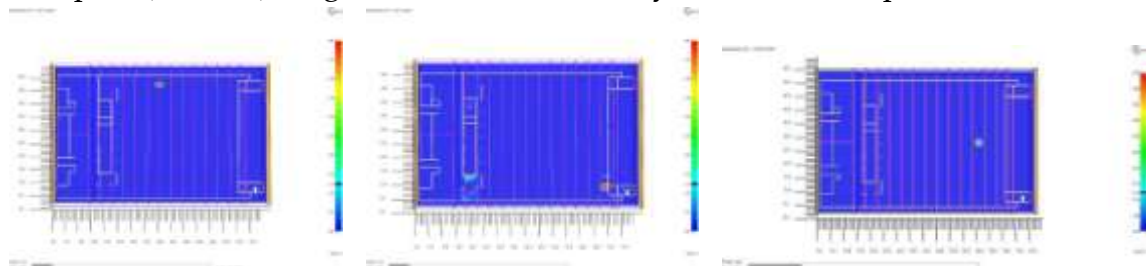
Az új OTSZ illetve TvMI szerinti kiürítés ellenőrzés és számítás alapján az épületrész több helyen nem felel meg az előírt követelményeknek. Mivel az építészeti program alapján a fő helyiség méretei adottak (sportpálya fix méretei), így azt nem lehet csökkenteni a megfelelés érdekében. Ezért a tervezés során a kiürítés megfelelőségének igazolására csak a szimuláció készítése nyújtana megoldást.

### 4.5. AZ ÉPÜLET SZÁMÍTÓGÉPPEL KÉSZÍTETT TŰZ- ÉS FÜSTTERJEDÉSI SZIMULÁCIÓJA

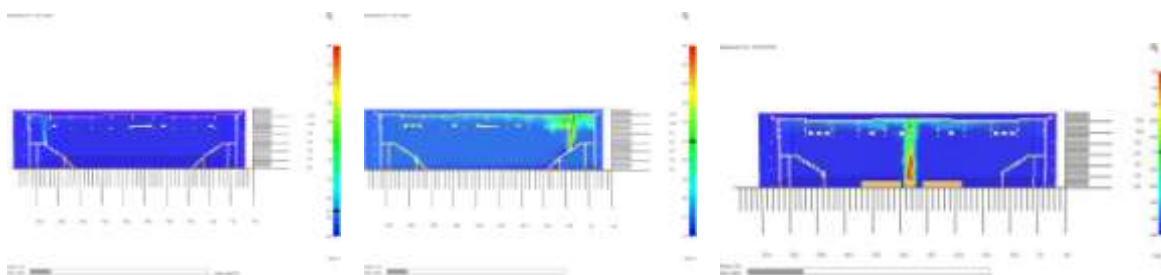
A tervezés során célom számítógépes szimulációval igazolni az épület biztonságos kiüríthetőségét a rendelkezésre álló biztonságos időszak alatt. Ennek érdekében a kiürítési szimuláció mellett tűz- és füstterjedési szimuláció is készült a területre, a kialakítandó hő- és füstelvezető rendszer értékelésére és a biztonságos idő megállapítása céljából.

A tűz- és füstterjedési szimuláció készítője (Balogh Richárd, Dunamenti Zrt.) az eredmények alapján a lelátó tér biztonságos elhagyására rendelkezésre álló időt 230 másodpercben határozta meg. Ebben az időpillanatban mindhárom vizsgált tűzhelyszín esetén a lelátó legfelső sora felett 1,80 m magasságban még nem alakult ki olyan mértékű füst- vagy hőhatás, amely akadályozná a kiüríthetőséget (lásd 4-6. ábrásor).

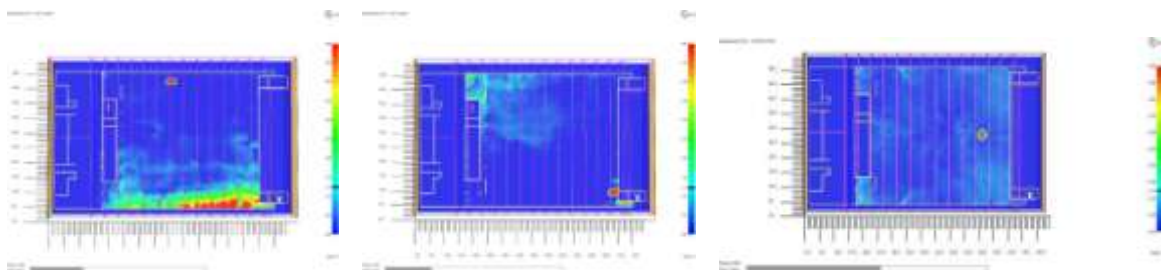
A hivatalos eltérési eljárás során a lelátó terület kiürítésére meghatározott idő 230 másodperc (1. ütem), míg a 2. ütem követelménye továbbra is 6 perc.



4. ábrásor - az extenció ábrázolása a 3. tűzhelyszínen a 7,80 m magasságban 230 s időpillanatban



5. ábrásor - a hőmérséklet ábrázolása a 3 tűzhelyszínnél a 230 s időpillanatban



6. ábrásor - az extenció ábrázolása a 3 tűzhelyszínnél a 7,80 m magasságban 550-600 s időpillanatban a tűzoltók kiérkezésének időpontjában

## 4.6. SZÁMÍTÓGÉPES KIÜRÍTÉSI SZIMULÁCIÓ

A számítógépes szimuláció esetében a kézi számításhoz képest több paraméter figyelembe vétele történik, amelyekkel dinamikusabban vizsgálható az épület kiürítésének folyamata is és nem csak a végeredménye.

### 4.6.1. Modelllezési paraméterek

Az épület használói jellemzően bármely korosztályból kikerülhetnek, a kiürítendő személyek méretét a 19-65 éves korosztályra vonatkozó tudományos mérésen alapuló átlagos adatok alapján határoztam meg a 'BodySpace' könyvben publikáltak alapján [21]. Emellett a maximális haladási sebességeket a 'Pedestrian and Evacuation Dynamics 2008' könyvben publikált adatok alapján állapítottam meg [22]. Különbséget tettem a nézők, a sportolók valamint a személyzet tagjai között.

A szimulációk során alkalmazott bemeneti paramétereket az alábbi táblázat tartalmazza:

	méret			sebesség	
	korosztály (év)	vállméret (cm)	magasság (cm)	korosztály (év)	sebesség (m/s)
néző - férfi	19-65	46,5	180	50-60	1,67
néző - nő	19-65	39,5	160	50-60	1,56
néző - gyermek	8-10	39,5	130	8-10	1,53
néző - mozgássérült	-	51,0	160-180	-	0,91

néző - látássérült	19-65	39,5 - 46,5	160-180	-	1,25
sportoló	19-65	39,5 - 46,5	160 - 180	20-30	1,92
kiszolgáló személyzet	19-65	39,5 - 46,5	150 - 180	30-40	1,81
biztonsági személyzet	-	51,0	180	30-40	1,81-1,89

8. táblázat - személyek tulajdonságainak összefoglalása

A funkcióból adódóan sérült és mozgássérült személyek jelenléte is elképzelhető a nézők között. A sérült személyeket a statisztikai hivatal 2011. évi felmérése alapján a mozgássérültek esetében 2,3 % arányban, látássérültek esetében 0,83% arányban vettem figyelembe a nézők elhelyezése során. A súlyosan mozgássérült személyek ('kerekeszékes') elhelyezésére külön kijelölt terület szolgál, amelyet azonban jelen modellekben nem szerepeltetek.

A vizsgált tűzszakaszban a riasztás egyszerre történik, jellemzően nagyterű helyiségekben tartózkodó személyekkel. A tűz- és füstterjedési szimulációban azt feltételeztük, hogy a lelátós sporttérben keletkezik tűz (színpadon vagy székeken), így vélhetően a bent levő személyek nem a tűzjelző jelére, hanem a látvány hatására kezdik meg a menekülést. Ennek megfelelően nem alkalmaztam a modellben késleltetett indulást az általános személyek részére.

A valós megfigyelések alapján a szűk széksorok közötti haladás jelentősen kisebb sebességgel történhet, mint az általános területen, így a lelátó terület kezelése külön figyelmet igényel a modellezés során. A Predtechenskii és Milinskii által publikált adatok alapján, amennyiben a széksorok között kialakul 40-50 cm szabad távolság, úgy a mozgási sebesség csak a személysűrűség miatt csökken le (mivel a személyek lábmagasságában kisebb helyet igényelnek, mint a vállszélesség, így ez a méret lehetővé teszi az oldalazás nélküli haladást) [23]. A modellterben a személyek elhelyezhetősége miatt a széksorok nagyobb alapterülettel kerültek ábrázolásra, ezért a valós személysűrűség okozta sebesség csökkenés elérése érdekében a programban a széksorok területének sebesség módosítás tényezőjét 0,3 értékkel alkalmaztam, azaz a területen a maximális elérhető sebesség ennyivel kisebb a személyek tulajdonságainak beállításához képest.

A modellterben a személyek egy része irányítottan menekül, azaz a valóságnak megfelelően választhatnak a kijáratok közül a kijelölt menekülési irányoknak megfelelően. A fix lelátó területéről felfelé történik a kiürítés és mind a 4 rendelkezésre álló lépcsőházat használhatják a személyek. A hátsó lépcsőházak esetében a földszinten nem megengedett a küzdőtérre történő visszatérés, csak a homlokzati kijáratot használhatják. A mobil lelátók esetében lefelé történik a kiürítés, ahol utána a közvetlen homlokzati ajtókat és az átjáró felé eső ajtókat használhatják.

A nemzetközi szakirodalom és megfigyelések alapján, olyan funkció esetében, ahol a személyek jellemzően helyismerettel nem rendelkeznek, többségében – a szakirodalmi adatokban változóan fele-fele vagy 1/3-2/3 arányban - a főbejáratot választják a

menekülésre. Ezért a valósághoz közelítő céllal beállításra került, hogy a küzdőtér és a mobil lelátókon nagy tömegben elhelyezett személyek ~60%-a kötelezően a főbejárat (átjáró) irányában hagyja el területet az ismeretlen oldalsó kijáratokkal szemben. A fennmaradó 40% választhat a főbejárat oldal és az oldalsó vészkijáratok közül szabadon, a feltorlódás figyelembe vételével. Az előcsarnokban elhelyezett személyek esetében nem megengedett a lelátóra való visszatérés, csak az 2 innen induló lépcsőházat használhatják. A személyzet a kijelölt lehetséges ajtók közül bármelyiket választhatják, amelyet alkalmasnak találnak a modellszámítások során.

A szimulációban figyelembe vehető, hogy a kiszolgáló és biztonsági személyzet késleltetéssel kezdi meg a mozgást: a bárpultokban 1-1 főnek a kasszát kell zárnia és biztonságba helyezni illetve a biztonsági személyzet nagyrészt a vendégeket követően indul csak ki a helyiségből. Ennek megfelelően a beállításoknál ezen személyeknél – 60 s és 210 s közötti – késleltetést használunk, annak figyelembe vételével, hogy a vendégeket követően távozzanak a helyiségekből, épületből.

#### 4.6.2. Modelltér kialakítása

A modelltérben jellemzően az építészeti terveknek megfelelő geometriai méretekkel és magassági adatokkal szerepelnek a területek, azonban a bizonyos egyszerűsítések szükségszerűek a modellezés során. A lelátók esetében a személyek modellben történő elhelyezhetősége miatt a járófelületek szélesebben kerültek ábrázolásra a valósághoz képest, azonban a haladási sebességek kompenzálása miatt ennek nincsen befolyása az eredményre. A lelátó szintek közötti lépcsők így a modellben meredekebbek a valóságosnál, ami miatt a program számítási módszere miatt lassabb sebességet fog kalkulálni a lépcsőn haladás során.

A modelltérben csak a menekülésre számításba vett ajtók kerültek ábrázolásra, a többi valóságban rendelkezésre álló ajtót nem használja a program. Mivel az ajtók nyitott állapotban rögzülnek, így a kiürítési útvonalban ezek akadály jelenthetnek, amely szűkítések szintén ábrázolásra kerültek kitakart területként a modellben. Az ajtók esetében a várható nettó szabad belméret került alkalmazásra.

Az alkalmazott méretek az alábbiak:

- a küzdőtér öltözői homlokzati falán levő ajtók	10 db	105 cm
- a hátsó lépcsőházak homlokzati ajtó	2 db	105 cm
- a küzdőtér átjáró felé eső ajtó	4 db	207,5 cm
- a főlépcsőház átjáró felé eső ajtó	2 db	207,5 cm
- melléklépcsőház átjáró felé eső ajtó	1 db	192,5 cm
- a sajtószint lépcsőházi ajtó	1 db	105 cm
- a lelátó és előcsarnok közötti ajtók	8 db	186 cm
- az előcsarnok és a főlépcső közötti ajtók	2 db	186 cm
- az előcsarnok és a melléklépcső közötti ajtó	1 db	97 cm
- a lelátó és a hátsó lépcső közötti ajtók	2 db	100 cm
- a medencetér és előcsarnok közötti ajtók	2 db	186 cm

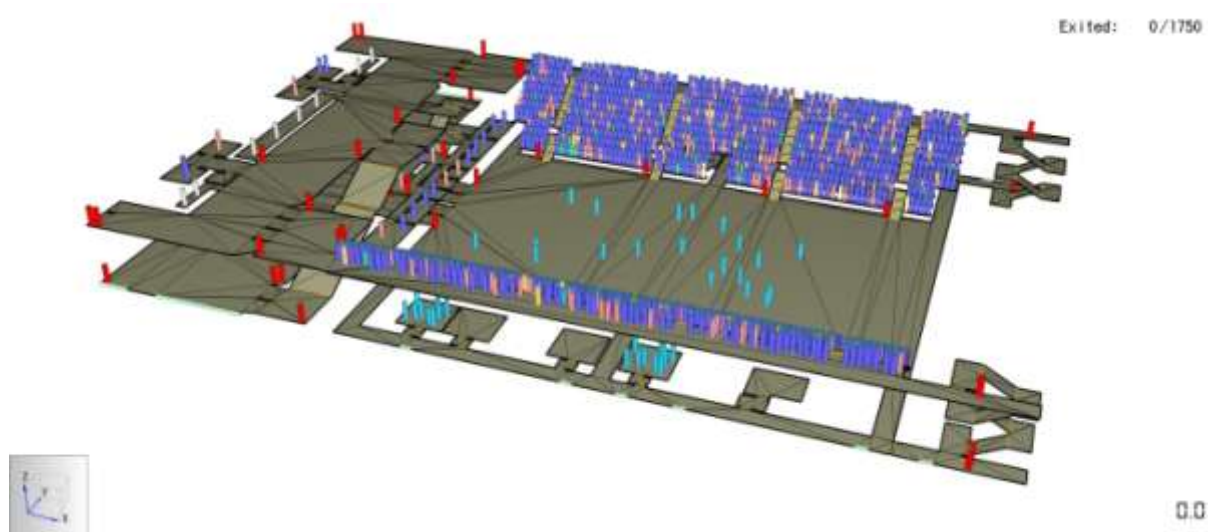
A modelltérben a biztonságos tér határának az homlokzati falakon való kilépést, valamint a kültéri átjáró széleit vettem figyelembe.

### 4.6.3. Szimulációs eredmények bemutatása

A kiürítés szimuláció eredményeit a 230 másodperc időig vizsgáltam meg, mivel azt tekintjük a biztonságos menekülésre rendelkezésre álló időnek (ASET). A kiürítés elemzés során 3 elrendezési változatot vizsgáltam geometriai értelemben. Ezeknél a használatból eredő lehetséges személyelrendezéseket is változatosan alakítottam ki, hogy azok esetleges befolyása is vizsgálható legyen. A szimuláció futtatása során a 'steering' módot alkalmaztam, amely a kikerüléssel számítási algoritmusokkal az egyik legmodernebb matematikai megoldásokat alkalmazza.

#### 4.6.3.1. 1M változat eredménye

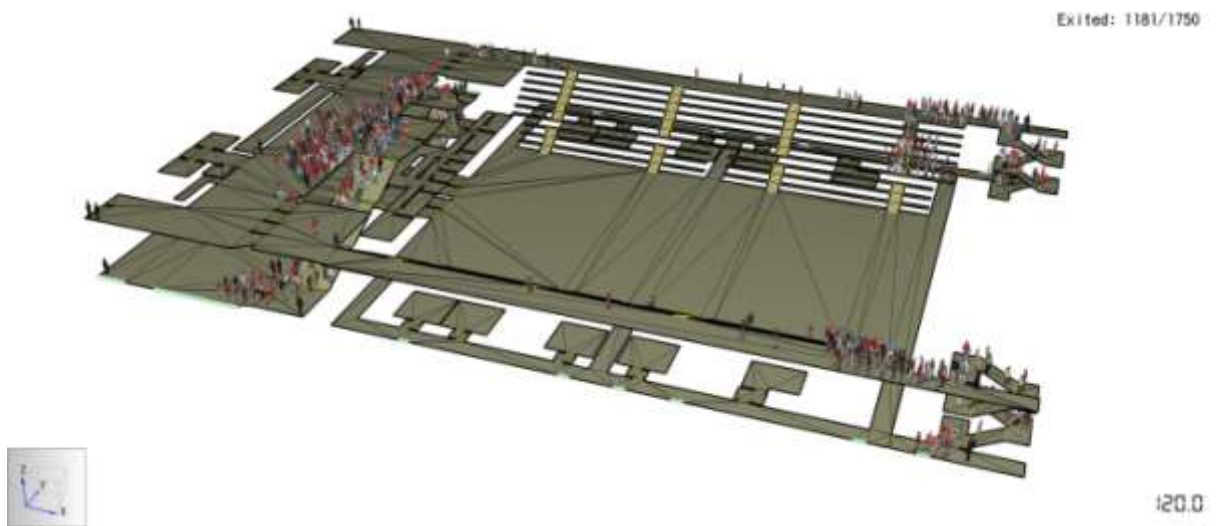
Az ábrán látható a terület kiindulási állapota, cilindres megjelenítéssel, amelynél látható a különböző színekkel jelölt különböző személyek elrendeződése (7. ábra).



7. ábra - kiindulási állapot

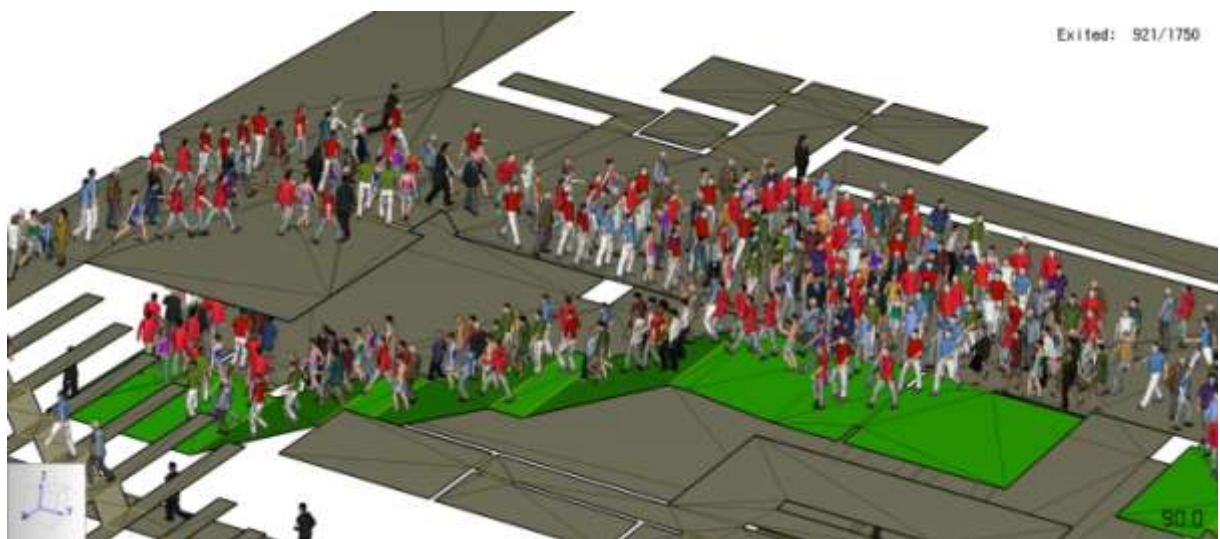
A következő ábrán (8. ábra) látható a terület kiürülése a 120 s időpillanatban. Ezen látható, hogy az előcsarnokból induló lépcsők előtt és a hátsó melléklépcsők előtt kisebb torlódás alakult ki, ahogyan az ajtókon történő kijutásra várakoznak.



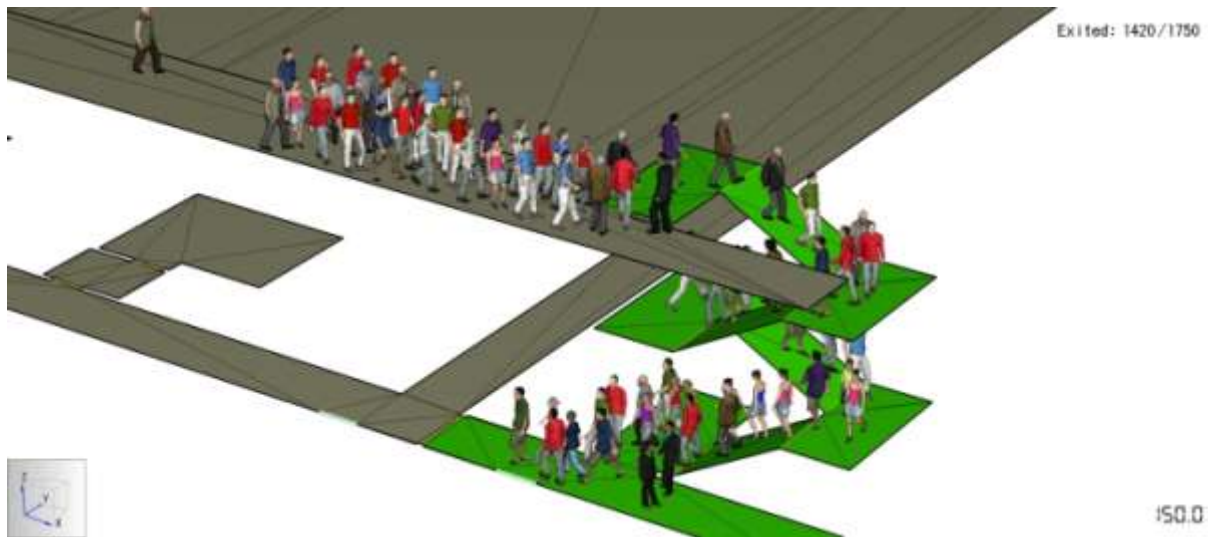


8. ábra - kiürítési állapot 120 s időpillanatban

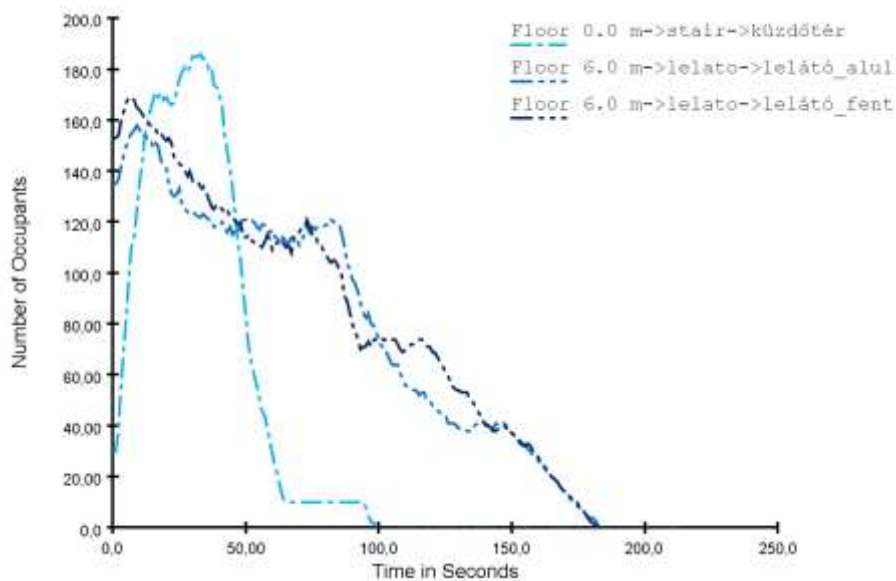
A lépcsőket ábrázoló képeken (9. és 10. ábra) látszik, hogy a lépcső szélességek mindkét oldalon meghaladják az oda nyíló ajtók szélességét, így azok a mérvadó lassító tényezők a kiürítés során. Így a lépcsőtérbe bejutó személyek kényelmesen, nem túlzott tömegben tudnak haladni, amely így biztonságosabb lejutást tesz lehetővé (kényelmesebb kapaszkodás, nincs lökdösődés). Mivel így folyamatos számú néző érkezik a földszintre, így bár a földszinti kivezető ajtó szélessége kicsit kisebb a lépcsőkar szélességénél, még sincs kialakult visszatorlódás.



9. ábra - főlépcső a 90 s időpillanatban

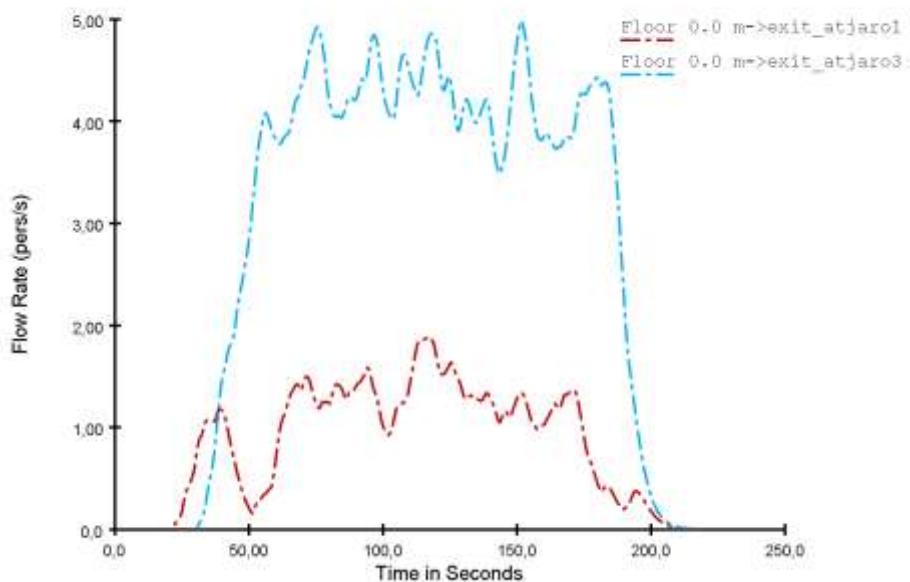


10. ábra - hátsó lépcső a 150 s időpillanatban



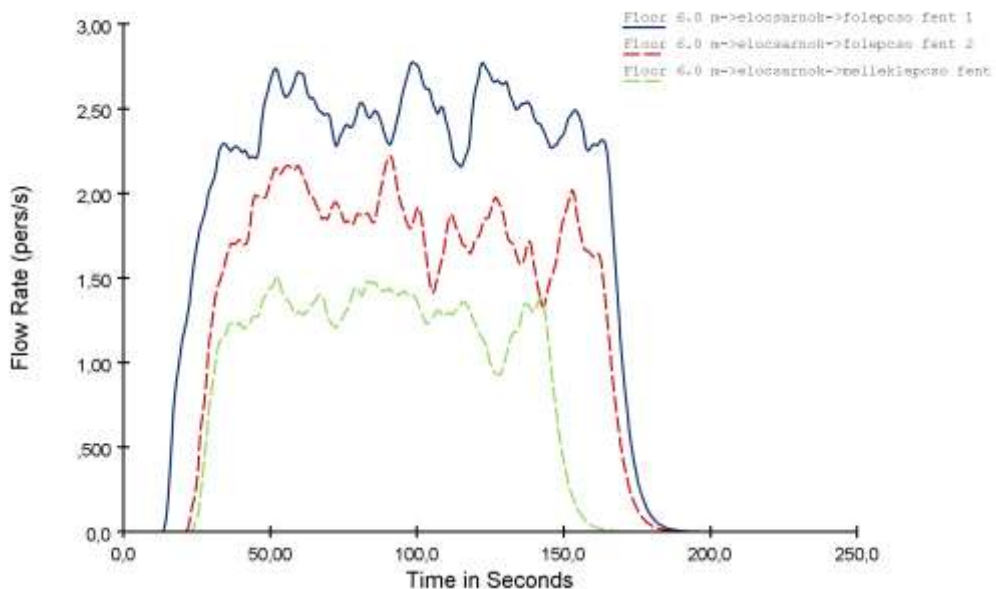
11. ábra - személyek kiürítésének időbeli menete (1. ütem)

Az 11. ábrán látható, hogy a felső lelátó vízszintes területein a személyek létszáma az első időszakban kicsit emelkedett, ahogyan a lelátó lépcsőkről felérkeztek a nézők, majd kisebb ingadozásokkal folyamatos ütemben csökken a számuk. Ebből arra következtethetünk, hogy az ajtók szélessége elegendő a nézők kiürítéséhez, nagyjából annyian érnek fel a lelátó lépcsőkön, ahányan jó ütemben tudják elhagyni a veszélyeztetett helyiséget. A küzdőtér létszáma hirtelen megugrott, ahogy a mobil lelátóról a rövid lépcsőkön lejutottak a nézők, majd meredeken csökken, ahogy a sok kijáraton kijutottak a szabadba.



12. ábra - átjáró használata

A 12. ábrán látható, hogy a kültéri átjáró széles kijárat felületein az áramlás eléggé ingadozó, amiből kijelenthető, hogy sokkal kevesebb személy halad át rajta, mint amennyit a maximális kapacitásával lehetővé tenne.



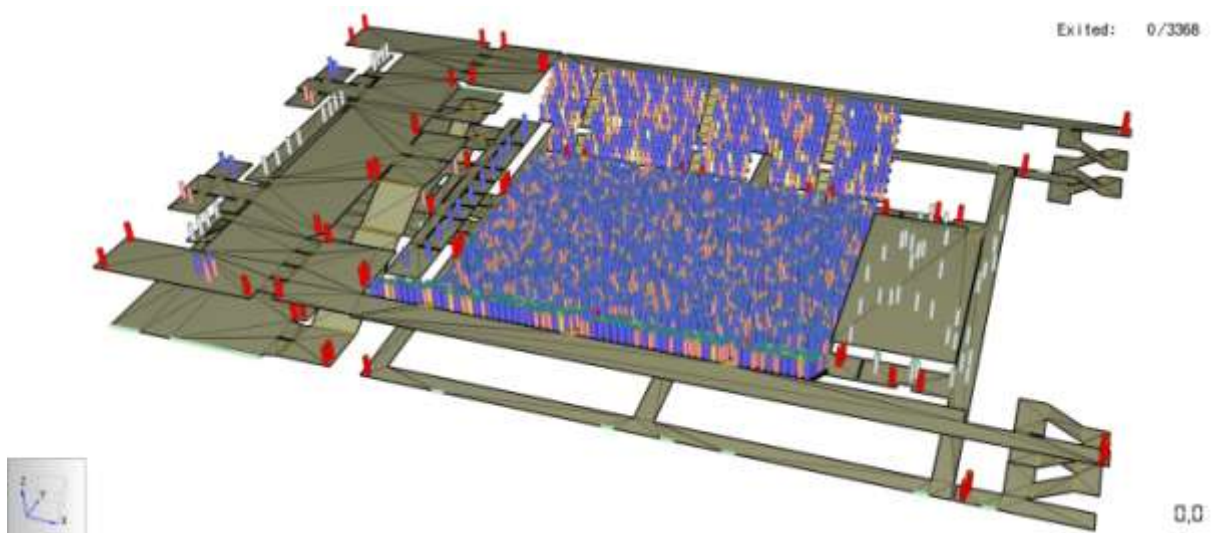
13. ábra - előcsarnok használata

A 13. ábrán megfigyelhető, hogy bár a főlépcső két előcsarnoki ajtaja egyforma méretű, azt nem egyformán használják a menekülés során (kék és bordó), amely adódhat az elhelyezkedési különbségekből (kicsit nagyobb a távolság azon keresztül) a modellben, azonban a valóságban valószínűleg egyenletesebben fogják mindkét ajtót használni. Az ajtók kihasználtságában megfigyelhető ingadozás kismértékű, nagyjából folyamatos használatnak tekinthető, amiből az előcsarnok puffer jellegére lehet következtetni.

Az eredmények alapján ebben a kiürítési változatban a lelátós sporthelyiség területéről kis eltéréssel jutnak ki az emberek a fenti lelátón és a küzdőtéri részeken: a felső lelátóról a 181,3 s és a 195,7 s, míg a küzdőtérről a 98,2 s időpillanatban lép ki az utolsó személy. Az előcsarnok irányában a főlépcsőkön és az átjárókon a 191,2 s időpillanatban hagyják el az épületet az utolsó személyek és összesen 808 fő haladt ebbe az irányban. A hátsó melléklépcsők esetében az utolsó személy a 212,8 s ill. 224,8 s időpillanatban hagyja el az épületet és összesen 456 fő ment erre a lelátókról.

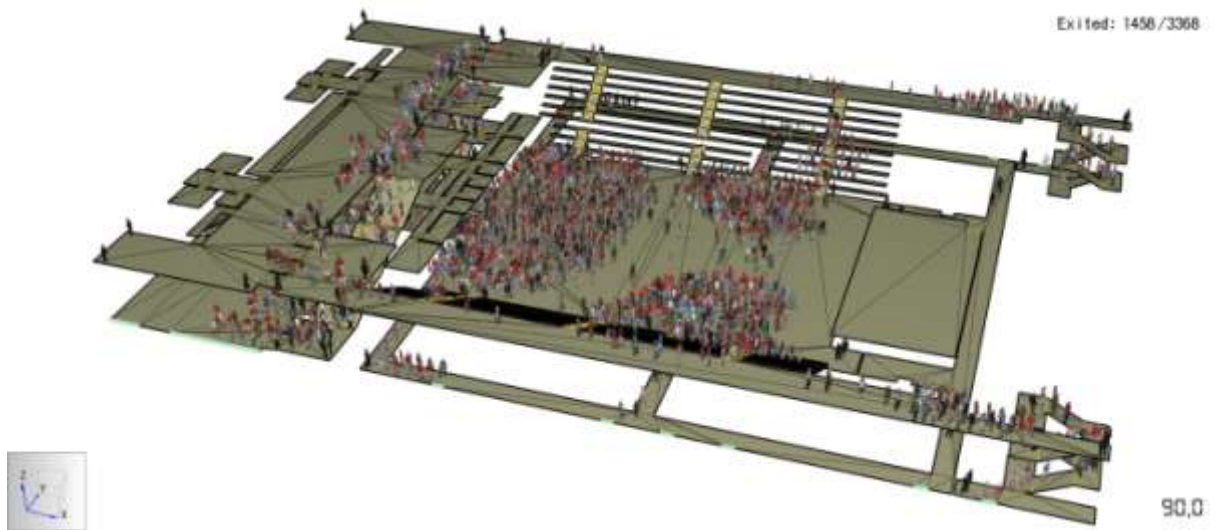
#### 4.6.3.2. A 2R változat eredményei

Ezen elrendezés során gyakorlatilag a felső lelátó területének kiürítése nem különbözik az előző változathoz képest és a küzdőtér kiürítésétől teljesen elhatároltan zajlik továbbra is. Ezért az eredmények értékelésénél a küzdőtérre koncentrálok.

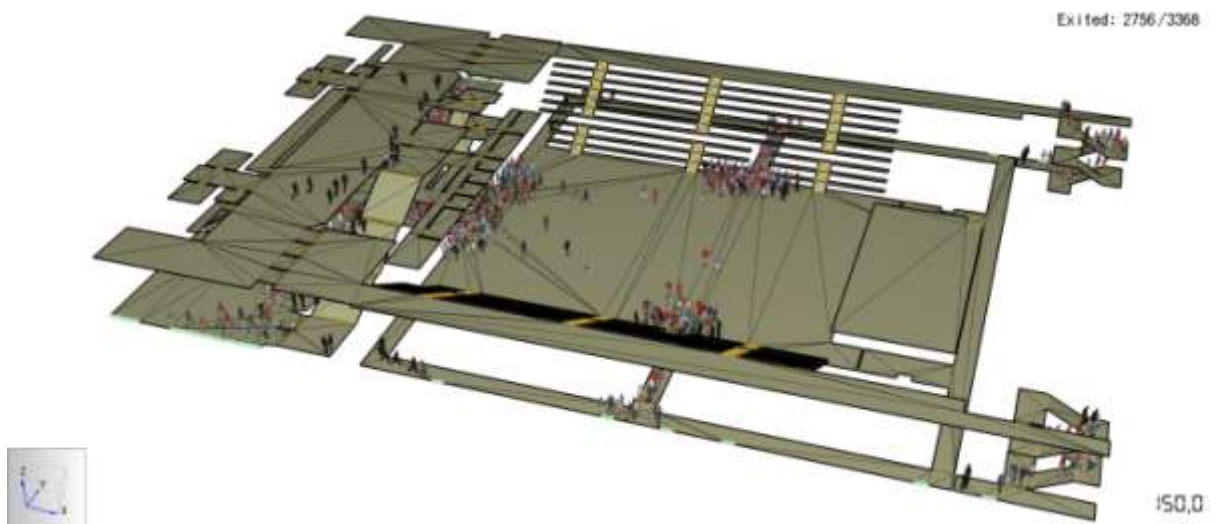


14. ábra - kiindulási állapot

A 14. ábrán látható a terület kiindulási állapota, cilinderes megjelenítéssel, amelyenél látható a különböző színekkel jelölt különböző személyek elrendeződése. A szimuláció során a mobil lelátón és a küzdőtéren elhelyezett személyek esetében alkalmaztam a főbejárat (átjáró) irányába történő súlyozott irányítást (60% mindenképpen arra megy, a többiek választhatnak a program alapján).

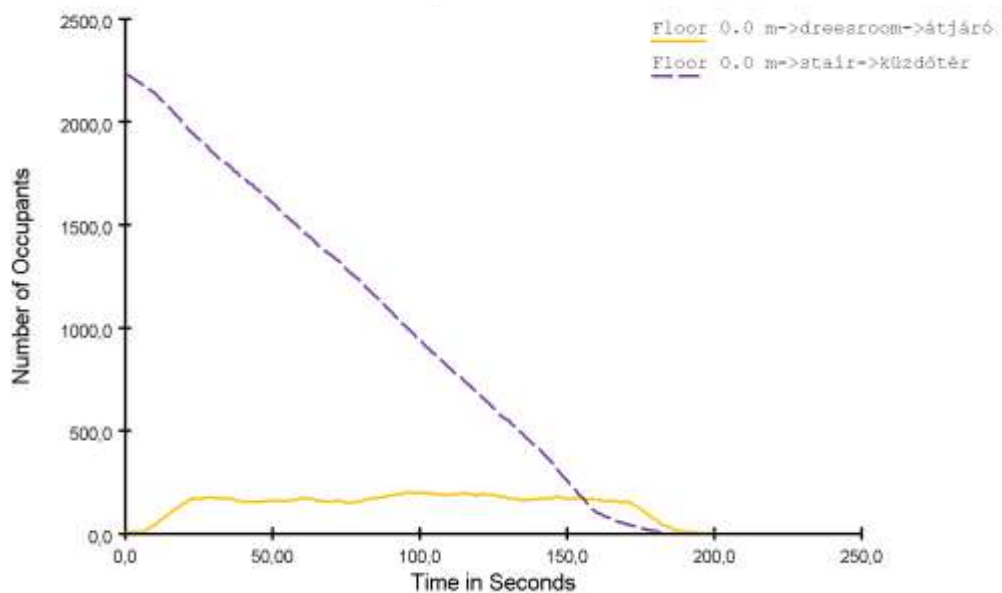


15. ábra - kiürítési állapot 120 s időpillanatban



16. ábra – kiürítés állapota a 150 s időpillanatban

A 15. ábrán látható a terület kiürülése a 90 s időpillanatban. Ezen látható, hogy a küzdőtéren a kijáratok irányában jelentős feltorlódás alakult ki, a legnagyobb a főbejárat irányába, amely azonban a nemzetközi irodalom szerint megfelelne a valóságnak. Azonban a 150 s időpillanatra gyakorlatilag a megszűnik a torlódás és folyamatosan haladnak a kijáratok felé (16. ábra).



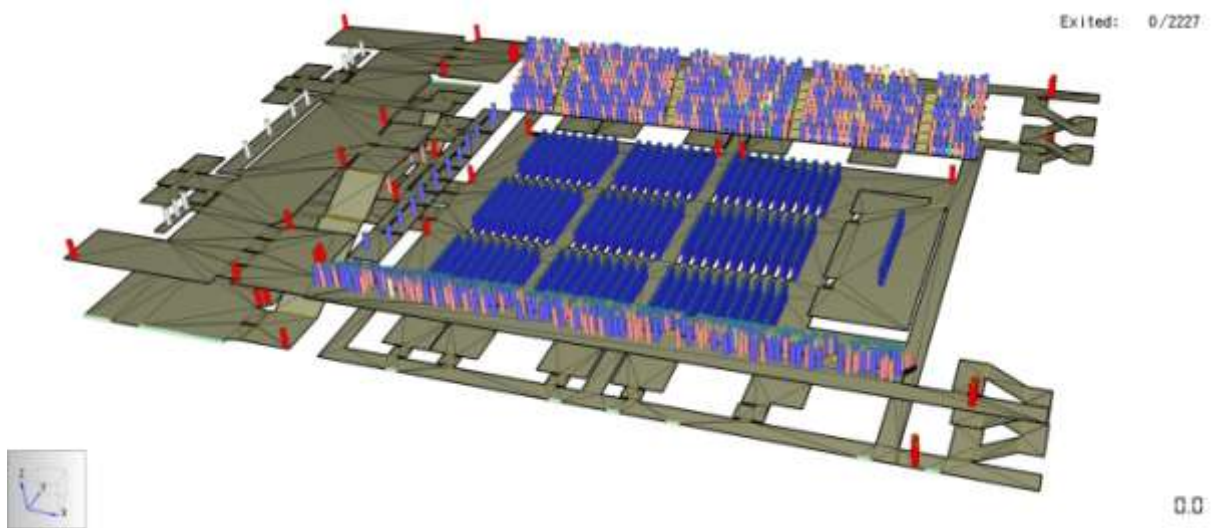
17. ábra - személyek kiürítésének időbeli menete

A 17. ábrán nyomon követhető a küzdőtéri terület kiürítése (lila), amely teljesen egyenletes menetű. A narancssárga vonal azt mutatja, hogy az átjáró területét (főbejárat iránya) milyen ütemben használják a kiürítés során. Ez egy rövid felfutó szakasz után stabilan egyenest mutat, amely szerint ahányan belépnek a területre, annyian el is hagyják folyamatosan, tehát nincsen semmilyen feltorlódás a területen a nagylétszámú áthaladó ellenére sem.

Az eredmények alapján ebben a kiürítési változatban a lelátós sporthelyiség területéről a fenti lelátót a 146,4 s és a 154,0 s időpillanatban hagyja el az utolsó személy. Az előcsarnok irányában a főlépcsőkön és az átjárókon a 201,3 s időpillanatban hagyják el az épületet az utolsó személyek és összesen 2074 fő haladt ebbe az irányban. A hátsó melléklépcsők esetében az utolsó személy a 181,8 s ill. 184,3 s időpillanatban hagyja el az épületet és összesen 310 fő ment erre a lelátókról. A küzdőtér földszinti területét a 175,0 s időpillanatban hagyja el az utolsó személy.

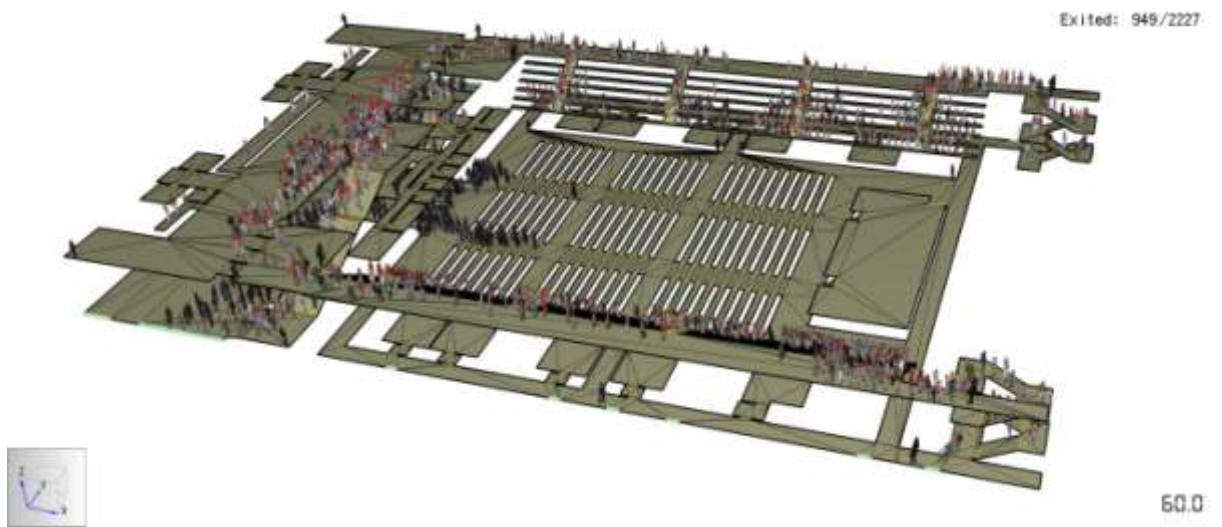
#### 4.6.3.3. A 3D változat eredményei

Ezen elrendezés során gyakorlatilag a felső lelátó területének kiürítése nem különbözik az 1M változathoz képest és a küzdőtér kiürítésétől teljesen elhatároltan zajlik továbbra is. A küzdőtér kiürítése során vizsgálta különlegesség, hogy a fixen rögzített széksorok korlátozzák-e érdemben a kiürítés megfelelőségét, ezért az eredmények értékelésénél a küzdőtérre koncentrálok.

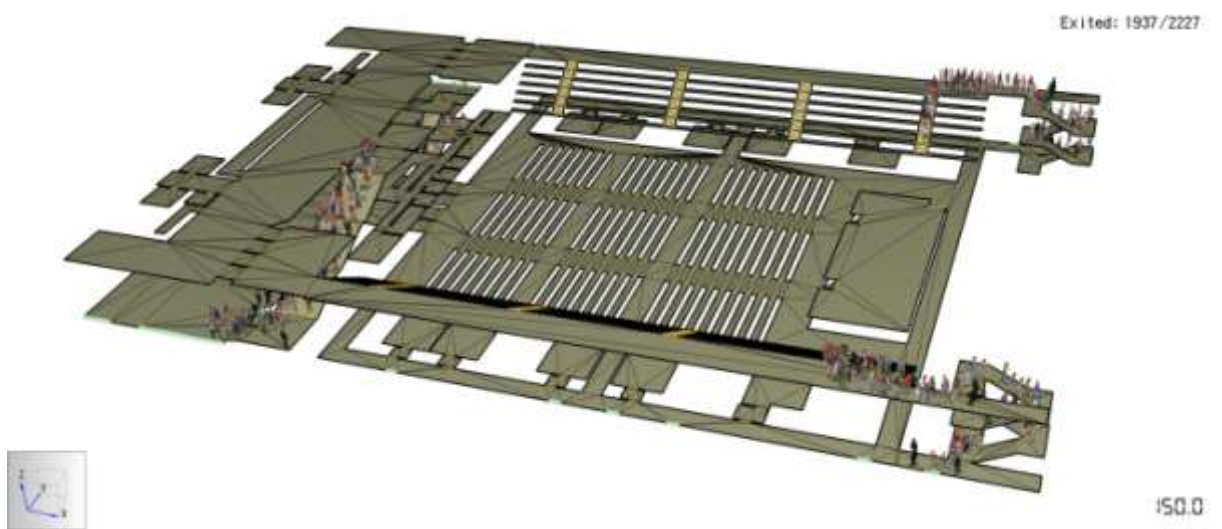


18. ábra - kiindulási állapot

A 18. ábrán látható a terület kiindulási állapota, cilindres megjelenítéssel, amely-nél látható a különböző színekkel jelölt különböző személyek elrendeződése.

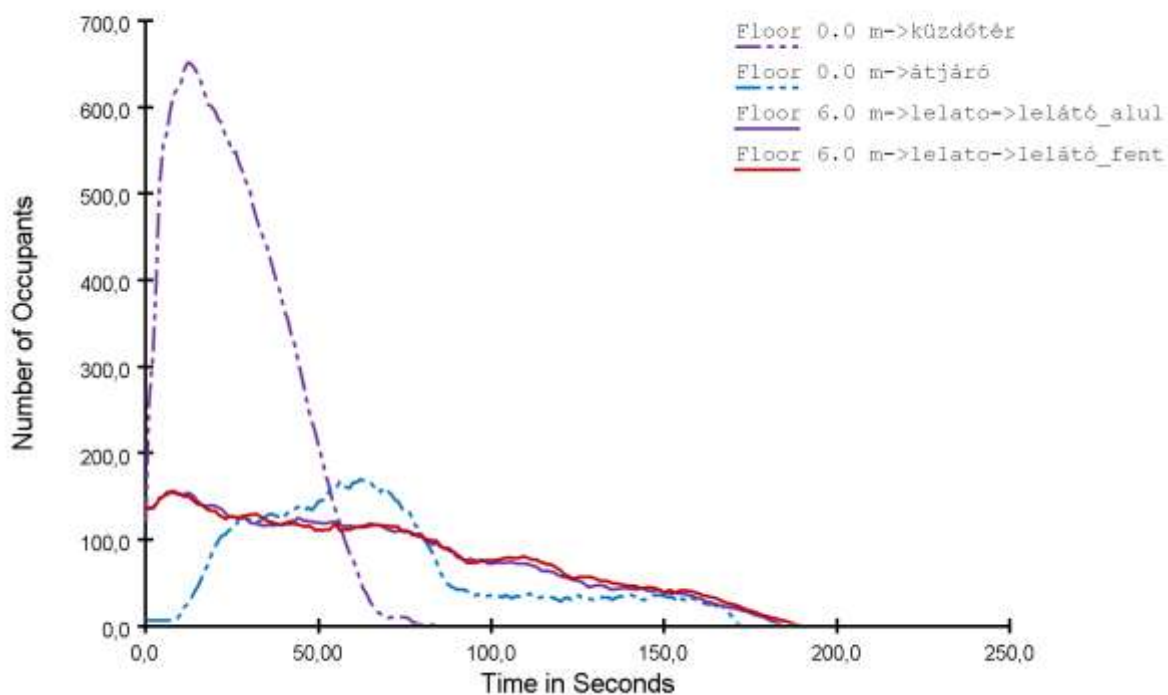


19. ábra - kiürítési állapot 60 s időpillanatban



20. ábra – kiürítés állapota a 150 s időpillanatban

A 19. ábrán látható a terület kiürülése a 60 s időpillanatban. Ezen látható, hogy a küzdőtéren a kijáratok irányában jelentős feltorlódás nem alakult ki és már majdnem mindenki elhagyta a területet. A 150 s időpillanatra már csak a felső lelátó területéről haladnak ki a nézők, eddigre jellemzően már csak a hátsó melléklépcsők irányába (20. ábra).



21. ábra - személyek kiürítésének időbeli menete

A 21. ábra mutatja a küzdőtéri terület kiürítését (lila szaggatott), amelynél a maximum elérése rövid idő alatt megtörténik (a széksorokból nagyjából egy időben jutnak ki a hallgatók, majd teljesen egyenletes menetű a létszám csökkenése. A két folyamatos vonal mutatja a lelátó vízszintes terület kiürítésének menetét, amely gyakorlatilag ebben az elrendezésben szinte teljesen egyforma ütemben zajlik a két oldalon. A kék szaggatott vonal mutatja az átjáró terület használatát, amelyből annyi olvasható le, hogy a küzdőtér kiürítése után már csak a felső szintről érkezők használják, ami elég alacsony terhelést jelent csak. Az ábrából az is egyértelműen látszik, hogy a küzdőtér kiürítése sokkal hamarabb befejeződik, mint a lelátó területének kiürítése.

Az eredmények alapján ebben a kiürítési változatban a lelátós sporthelyiség területéről a fenti lelátót a 184,7 s és a 189,6 s időpillanatban hagyja el az utolsó személy. Az előcsarnok irányában a főlépcsőkön és az átjárókon a 171,6 s időpillanatban hagyják el az épületet az utolsó személyek és összesen 1246 fő haladt ebbe az irányban. A hátsó melléklépcsők esetében az utolsó személy a 211,5 s ill. 218,9 s időpillanatban hagyja el az épületet és összesen 493 fő ment erre a lelátókról. A küzdőtér földszinti területét a 84,4 s időpillanatban hagyja el az utolsó személy, összesen 982 fő.



#### 4.6.3.4. A mértékadó eredmények

A különböző kiürítési változatok mértékadó eredményeit az alábbi táblázatban foglaltam össze:

	terület – kiürítési irány	létszám (fő)			létszám összesen (fő)		kiürítési idő 1. ütem (s)	kiürítési idő 2. ütem (s)
		vendég/ sportoló	ki- szolgáló	biz- tonsági				
1M	lelátó és emelet	1229	8	19	1256	1750	182,7	213,6
	küzdőtér	468	-	26	494		173,2	
2R	lelátó és emelet	740	16	26	782	3380	154,0	201,3
	küzdőtér	2498	42	58	2598		175,0	
3D	lelátó és emelet	1203	10	18	1231	2227	189,6	218,9
	küzdőtér	972	2	22	996		84,4	

9. táblázat - szimulációs eredmények

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a vizsgált terület biztonsággal kiüríthető a ~220 s időtartam alatt. A kiüríthetőség független attól, hogy a termet sport vagy egyéb rendezvény esetén használják.

Az épület kialakítás lehetővé teszi, hogy a különböző területek önálló, elválasztott útvonalakon kerüljenek kiürítésre. Az emeleti területek az összesen 4 lépcsőházon keresztül, a földszinti területek közvetlenül a szabadba illetve az átjáró területére. Ez alapján kijelenthető, hogy a szétválasztott területek, modellezéssel alátámasztott kiüríthetősége összeadható, amennyiben az üzemeltetés során a szétválasztás ténylegesen minden esetben betartásra kerül. Ez alapján az épületben megengedhető összesített nézői (vendég) létszám 3727 fő.

A létszámokhoz szükséges biztonsági, kiszolgáló, sajtó és színpadi személyzet létszáma összességében 52 és 142 fő között változott, amely összetételét azonban a funkció vagy rendezvény jellegének megfelelően kell az egyedi biztonsági tervekben meghatározni. Mivel a meghatározott rendelkezésre álló idő eléréséig még rendelkezik átbocsátási tartalékokkal az épület kijáratai, így kijelenthető, hogy a személyzet létszámának változása (akár  $\pm 20\%$ ) nem befolyásolja a biztonságot.

Az is megfigyelhető, hogy a több kiürítési lehetőség közül a telítettség figyelembe vételével bizonyos útvonalak akár lezárhatóak, mivel még ebben az esetben is elhagyható az épület a biztonságos időn belül. Ez alapján pl. egy tornaóra keretein belül nem szükséges a hátsó lépcsőházak nyitott állapotát biztosítani a kiürítés részére. A különböző használati típusoknak megfelelő kiürítési útvonalakat, azok alkalmazhatóságát részletesen tisztázni szükséges az építmény tűzvédelmi szabályzatában valamint az esetleges rendezvényekre vonatkozó biztonsági tervekben.

## 4.7. A SZÁMÍTÁSI ÉS SZIMULÁCIÓS EREDMÉNYEK ÖSSZEVETÉSE

A számítógépes kiürítés szimuláció mérnöki módszerének lényege éppen az, hogy nem csak egy végeredményt kapunk meg általa, hanem az egész folyamat vizsgálható vele. Véleményem szerint a szimuláció a mai ellenőrzési lehetőségek közül igyekszik a valósághoz legközelebb képet és eredményt adni mind végeredményében, mind lefolyásában.

A számítási és szimulációs eredmények összevetéséből látható, hogy a különböző ellenőrző módszerek többször egymástól teljesen eltérő eredményeket mutatnak.

kiürítési változat		1M		2R		3D		
kiürített terület		lelátó és emelet	küzdőtér	lelátó és emelet	küzdőtér	lelátó és emelet	küzdőtér	
létszám (fő)		1256	494	782	2598	1231	996	
		1750		3380		2227		
számítások eredményei (s)								
1. ütem	OTSZ	útvonal	153,0	52,2	153,0	133,8	153,0	133,8
		ajtó	80,4	43,2	68,4	193,2	80,4	85,8
	TVMI (új OTSZ)	útvonal	178,2	39,6	178,2	76,2	178,2	58,2
		ajtó	40,2	21,7	34,3	96,6	40,2	43,1
	szimuláció		195,7	64,9	154,0	175,0	189,6	84,4
2. ütem	OTSZ	útvonal	358,2	79,8	280,2	220,8	358,2	161,4
		lépcső	330,0	-	301,8	-	330,0	-
		kijárat ajtó	332,4	80,4	302,4	265,2	332,4	133,8
	TVMI (új OTSZ)	útvonal	365,4	99,6	365,4	219,6	365,4	112,2
		lépcső	271,2	-	253,2	-	271,2	-
		kijárat ajtó	257,4	52,8	242,4	145,2	257,4	79,2
	szimuláció		224,8	98,2	201,3	174,9	218,9	75,7

10. táblázat - számítási eredmények összevetése

A 10. táblázatban kézzel jelöltem a számítási módszerek közül a legnagyobb értéket az 1. ütemben, amelyek közül egyik sem felelne meg jogszabályi követelményben szereplő 90 ill. 60 másodpercnek, azonban mindegyik megfelelne a mérnöki módszerrel meghatározott 230 másodperc rendelkezésre álló időnek.

A táblázatban narancssárgával jelöltem a számítási módszerek közül a legnagyobb értéket a 2. ütemben, amelyek részben felelnének csak meg a követelményben szereplő 360 másodpercnek.

Megfigyelhető, hogy a régi OTSZ szerinti számítások eredményéhez képest a TvMI által meghatározott számítások útvonal ellenőrzése a lelátó esetén mindenhol nagyobb időt mutatott, ami a tömegsűrűség függvényében meghatározott szigorúbb (lassúbb) sebességek miatt lehetséges. Ugyanezen változás miatt figyelhető meg, hogy a küzdőtéren levő kis személysűrűség miatt azon területen a számított idő csökkent.

A számítás és a szimuláció eredményeit összehasonlítva látszik, hogy nem minden esetben a szimuláció eredménye adja a legkisebb időértéket.

A teljes töltöttségű lelátó esetében a szimuláció adja a legnagyobb időt, még úgy is, hogy a személyek esetében használt maximális sebesség értéke meghaladja a jogszabályban megadott értéket. Ez egyrészt azt mutatja, hogy a korábban alkalmazott 16 m/s – gyakran lassúnak értékelt - haladási sebesség érték a lelátók esetében megközelítette a ténylegesen kialakuló állapotot. Másrészt azt mutatja, hogy a szimuláció ténylegesen figyelembe veszi a kialakuló torlódásokat – amit a lelátó lépcsőkre történő kijutásnál a valóságban is megfigyelhetünk - és annak megfelelően alkalmazza a tényleges sebességeket.

A lelátó területről a 2. ütem számított ideit vizsgálva megfigyelhető, hogy a szimulációhoz képest sokkal nagyobb értéket mutatnak. Pedig a szimuláció eredményének vizuális megtekintése során látható – tehát a folyamat vizsgálatával –, hogy az emberek folyamatos ütemben hagyják el a területet, nincsen különösebben sokáig tartó fennakadás, tehát annyi idő alatt fizikailag kiüríthető a terület. Ennek fényében véleményem szerint a számítás nem adott ebben az esetben helyes eredményt, hiszen például az útvonal számítás során nem veszi figyelembe, hogy már az 1. ütem időszaka alatt is jelentős létszámban távoznak az útvonalon keresztül.

Ha a szimulációs eredményeket vesszük alapvetően helyesnek, akkor szükségesnek látszik a kézi számítási módszer átgondolása és átdolgozása. Láthatóan a számítási egyenletek csak korlátozottan veszik figyelembe a kialakuló torlódások hatásait az eredményeknél. Emellett a második ütem számításánál pedig nem

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

### 5.1. EREDMÉNYEK

#### 5.1.1. *Jogszabályi és szakirodalmi áttekintés*

Az áttekintés során megvizsgáltam a tűzvédelemmel, ezen belül a kiürítéssel foglalkozó hazai jogszabályokat (törvény, rendeletek) és szabványokat. A sportlétesítmények kialakításaival a sportszövetségek foglalkoznak, amelyek közül a labdarúgó szövetség stadionbiztonsági ajánlása volt elérhető számomra: azonban ez inkább csak a beléptetési rendszer illetve huliganizmus megelőzésével foglalkozik.

A Magyarországon jelenleg hatályos előírások nem foglalkoznak külön a sportlétesítményekkel, azokra jellemzően csak az általános követelményeket kötelező alkalmazni. Ez alól kivétel a nézőterekkel foglalkozó harmonizált európai szabvány, amely azonban a biztonsági kérdéseknek csak egy nagyon szűk területével foglalkozik és alkalmazása nem kötelező jogilag.

A sportlétesítmények műszaki értelemben különleges tulajdonságokkal rendelkeznek, hiszen elsősorban a sportesemények láthatóságát és élvezetét kell kiszolgálniuk. Ennek megfelelően sok tényezőt ennek kell alárendelni úgy, hogy az ne veszélyeztesse a használók biztonságát. Így például a lelátó területek kialakításánál - bizonyos értékek betartásával - maximálisan a látószögek határozzák meg a geometriát, a sorok szélességét és magasságát, a pályától a maximális távolságokat. Ezért például a lelátó sorok feltöltésére szolgáló lépcsőzetes terület jogilag nem tekinthető megfelelő lépcsőnek, mivel biztosan változó fellépő magasságú elemeket tartalmaz; mégis ez a minimális magassági változás a tapasztalata alapján nem okoz gyakorlati problémákat.

A jogszabályi szövegekben vagy csak helyiségekre, vagy csak szabadtéri rendezvényekre találtam előírásokat, így azokat jogi értelemben csak részben lehet a fedett nyitott létesítmények esetén alkalmazni. A szabvány alkalmazási területe az állandó vagy az ideiglenes eseményeken, többek között sportstadionokban, sporttermekben, fedett vagy szabadtéri létesítményekben (kivéve színházak, mozik, operaházak, előadótermek, stb.) a nézők fogadására alkalmas létesítmények köre, ezáltal az OTSZ előírásaihoz képest szélesebb körben alkalmazható és lefedi a ténylegesen előforduló építmény típusokat. Azonban a sportlétesítmények körét legjobban és legszélesebb körűen a Zöld Könyv fedi le, amely javaslatait így minden esetben lehetne alkalmazni.

Fontos megfigyelésem, hogy a fogyatékkal élő nézőkre vonatkozóan sokféle ajánlást fogalmaznak meg, mind a geometriai kialakításokkal, mind az információs rendszerrel, mind az üzemeltetéssel kapcsolatban. Ez a fajta gondolkodásmód jelenleg még nem honos az itthoni tervezések során, pedig mind a lakosság jellegzetességei, mind a jogszabályi keretek egyre fontosabbá tennék.

### **5.1.2. A számítógépes kiürítés modellezés**

A megvizsgált szakirodalmi adatok arra mutatnak, hogy a mérnöki megközelítés egyre nagyobb teret nyer világszerte a tűzvédelmi tervezés keretein belül. Ezt a technika és a programok rohamos fejlődése és az egyre több tapasztalat teszi lehetővé.

Feldolgoztam az európai irányelv és az amerikai szabványügyi testület ajánlását, amelyek részletes tulajdonságokat határoznak meg a modellező programokkal kapcsolatosan. Ezek gyakorlatilag lefedik a programok legfontosabb jellemzőit, amelyek alapján közelíthető a működésük és egy-egy feladat ismeretében lehetséges választani közülük. Azonban minden esetben a program felhasználói kézikönyvében foglaltak alapján szabad csak azt alkalmazni.

Az európai irányelv emellett kompletten foglalkozik a kiürítési koncepció kialakításával és számításaival, amely teljesen egybevág a többi nemzetközi szakirodalomban megtalálható javaslatokkal, lényegében azok összefoglalásának tekinthető. Fontos fejlődés, hogy az európai irányelvben szereplő információk egy része megjelenik a két vizsgált TvMI szövegében, még ha inkább csak informális mellékletekben is. További fejlődési lehetőség a hazai szabályozás részére, ha ezek a nemzetközileg elfogadott elméletek és javaslatok lassan beépülnek a hazai szakmai felfogásba.

Nemzetközi szinten jelenleg nincsen szabvány vagy jogszabály a kiürítés szimulációs programok készítéséhez, működésük ellenőrzéséhez, alkalmazásukhoz. A programok fejlesztői ezért gyakorlatilag egyedi megoldásokkal próbálkoznak, a verifikációs és validációs eljárás során próbálják tesztelni az eredményeket.

Szakmailag jó iránynak gondolom, hogy a menekülési szimulációk készítéséhez is elkészült itthon egy irányelv, ami segítséget nyújt mind a készítőknél, mind az elbírálóknál. A későbbi tapasztalatok alapján javasolt lesz felülvizsgálni az irányelvet, hogy mely részleteket szükséges továbbiakban szabályozni, vagy ha esetleg néhány rész megoldás túlzottan korlátozódik az irányelv miatt.

### **5.1.3. A konkrét épület vizsgálata**

A kiürítés megfelelőségének ellenőrzése céljából egy konkrét, tervezés alatt álló sportlétesítmény esetében részletesen vizsgáltam annak lelátó és küzdőtéri területeinek kiürítési idejét. Ehhez 'kézzel' végigszámoltam a régi OTSZ által meghatározott módon és az új TvMI által meghatározott módon, valamint elkészítettem az épület-rész számítógépes szimulációját is. A számítások és a szimuláció során is 3 kiürítési helyzetet feltételeztem, ami a multifunkcionális használatból következően legvalószínűbben lehetséges.

A konkrét épület vizsgálata során egyértelművé vált számomra, hogy egy lelátós terület, amelynek méretei egyéb szempontok miatt kötöttek, gyakorlatilag nem kezelhető a jogszabályi előírások alkalmazásával. Ez részben igaz a normaidők vizsgálatára, azaz a hő- és füstterjedés jellemzői alapján - még zárt épületek esetében is - az 1,5 illetve 1 perc messze alulbecsüli a tényleges rendelkezésre álló időt.

Úgy tűnik, hogy a kiürítéshez szükséges idő megbecsülésére a különböző vizsgált módszerek eléggé eltérő eredményeket adnak. Ezek közül látható, hogy a szimuláció nem minden esetben adja a legrövidebb kiürítési időt, ami véleményem szerint alátámasztja, hogy nem egyszerűen egy „gyorsítási” lehetőség, hanem ténylegesen a folyamatok vizsgálatára alkalmas eszköz. Így véleményem szerint a kiürítés teljes menetéről a „helyes” eredményt a szimuláció adja egy ilyen jellegű épület esetén.

Érdekesnek tartom azt a jelenséget, hogy a kézi számítások közül a szimuláció eredményéhez legközelebb a TvMI által meghatározott módszerrel és értékekkel számított (kijáratí átbocsátás vizsgálat) idő állt. Ez alapján úgy tűnik, hogy ebben az esetben ténylegesen a reális viszonyok felé mozdult el a számítás a pontosított haladási sebességekkel és a nagyobb átbocsátási értékkel. További vizsgálatokat lenne érdemes lefolytatni, tényleges épületek esetében a számítás és a szimuláció összehasonlításával, hogy milyen mértékben feleltethetőek meg egymásnak. Ezzel lehetne pontosítani az egyenleteket és az állandókat.

## **5.2. TANULSÁGOK ÉS JAVASLATOK**

### ***5.2.1. Sportlétesítményekre vonatkozó előírások***

A történeti áttekintésből és a jelenleg zajló nagyszabású hazai és nemzetközi fejlesztések megfigyeléséből látszik, hogy a sportlétesítmények biztonságos kialakítása kiemelt feladata a tűzvédelmi szakterületnek. Ennek legfőbb oka, hogy egy időben egy helyen nagy létszámú tömeg tartózkodik, akik életének biztonsága a legfontosabb cél a tervezés és üzemeltetés során. Ezen belül is, kifejezetten az életvédelmi célok megvalósítása érdekében kiemelt terület a kiürítés, kiüríthetőség tervezése és vizsgálata.

A tanulmányomban összefoglalt szakirodalmi adatok összehasonlítása során láthatóvá vált, hogy azok nemzetközi szinten a komplex tervezés és üzemeltetés és fontosságát helyezik előtérbe a sportlétesítményekkel kapcsolatosan. Emellett az is megfigyelhető, hogy a nemzetközi szabályozások, nemzetközi szervezetek ajánlásai mind összhangban állnak az Egyesült Királyságban kiadott komplett ajánlásokkal (Zöld Könyv) és legtöbbször konkrétan vissza is hivatkozzák azt.

Ezért javasolt lenne hazai szinten is kidolgozni olyan szabályrendszert, jogszabályi környezetet, amely lehetővé teszi, és minél inkább javasolja ezen nemzetközileg elfogadott és sikerrel alkalmazott ajánlási rendszer átvételét és hazai alkalmazását. Ez lehetővé tenné, hogy a hazai sportlétesítmények úgy pályázhassanak nemzetközi sportesemények lebonyolítására, hogy az azokhoz kötött követelmények teljesítése érdekében ne kelljen minden esetben átépítésekhez, átalakításokhoz folyamodni, amelyek a rendezvények gazdaságosságát jelentősen csökkenthetik.

A hazai jogszabályokkal ellentétesen a kiürítési útvonalakat ellenőrző számítások során javasolja olyan ellenőrzések elvégzését is, amelyek során bizonyos útvonalak nem lennének elérhetőek. Ezzel párhuzamosan minden területnél javasolja, hogy kialakításra kerüljenek alternatív menekülési útvonalak is, amik áttételesen ezen probléma megoldását jelentik. Mivel az OTSZ alapvető kiürítési változata szerint

minden kijárat elérhető és erre az esetre kell teljesíteni a szintidőket, így az útvonalak lezárását nem lenne célszerű figyelembe venni, azonban az alternatív útvonalak tervezése és biztosítása mindenképpen növelné a sportlétesítmények biztonsági szintjét.

### 5.2.2. Számítási módszer

A TvMI szövegében megjelent, hogy sportlétesítmény és lelátó ellenőrzése esetében részben alkalmazhatóak az európai harmonizált szabványban (és a Zöld Könyvben) foglalt értékek is, ezzel igyekeznek feloldani a korábbi ellentmondást az átbocsátó képesség tekintetében.

Azonban a konkrét példa alapján végiggondolva a TvMI szövegezése további pontosítást igényel szerintem, az alábbiak miatt:

- Tisztázni szükséges, hogy alkalmazható-e a számítás olyan épületek/építmények esetében, ahol az alap rendeletetés sport funkció, azonban alkalmanként egyéb rendezvények is lehetnek. Ha a létesítés során a sport funkció miatt a nagyobb átbocsátó képességet vesszük figyelembe, a fix lelátó rendszerek nem alakíthatók át egy esetleges rendezvény esetére. – Javaslatom szerint a számítás alkalmazható lenne, mert az alkalmankénti egyéb rendezvény használata során a lelátó területeken nem alakul ki a sport funkciótól eltérő jellemző használat.

- Tisztázni szükséges, hogy alkalmazható-e a számítás olyan épületek/építmények esetében, ahol nem kizárólag sport funkció található, bár az tűzszakaszban kerül kialakításra. – Javaslatom szerint a számítás alkalmazható lenne a lelátóval érintett tűzszakasz teljes területén.

- Tisztázni szükséges, hogy a TvMI szövegében szereplő számítási egyenletek közül melyik alkalmazása szükséges az ellenőrzés során és mely területeken, mivel egy lelátó esetében nehezen értelmezhetőek az egyenletek során használt fogalmak.

A lelátók építészet kialakíthatósága miatt a széksorok közötti haladás után a lelátót feltöltő lépcsőre kilépés jellemzően egy lépcsőfoknyi belépő szélességgel történik, azonban nem sok értelme lenne erre e 20-30 cm szélességre ellenőrizni a számítást, mint legkisebb szélességre, mert akkor lényegében egyetlen épület sem lenne megfeleltethető. - Az ellenőrzést a lelátóra vezető lépcsősor szélessége, a feltöltő alagutak szélessége és a biztonságos közlekedők illetve azokhoz vezető nyílások szélessége alapján javaslom elvégezni.

Amikor az egyenleteket a működésük szerint vizsgáltam, az alábbi érdekességeket figyeltem meg.

Az első ütemben az ajtó átbocsátóképességének vizsgálatakor a helyiség ajtajánál levő torlódást számítjuk, azonban azt feltételezi, hogy az ajtó mellett közvetlenül áll is valaki, aki rögtön az első pillanattól kezdve át is halad az ajtón, ahol folyamatosan ütemben haladnak át. Az első ütem távolság ellenőrzése során pedig azt feltételezi az egyenlet, hogy mindenki, az út teljes területén akadálytalanul, a megadott sebességgel tud haladni, azonban ez csak akkor igaz, ha sehol nem képződik – tehát az ajtók-

nál sem - feltorlódás. Ezek a feltételek azonban a legtöbb esetben nem így jelentkeznek a valóságban, így ez a számítás kicsit félrevezető értéket ad.

Megoldás lehetne egy olyan kombinált egyenlet alkalmazása, amely figyelembe veszi az ajtóig történő eljutás időigényét, majd az ajtón áthaladás időigényét is. Erre akár alkalmas lehet a 2. ütemben számításai közül a legszűkebb keresztmetszetre vonatkozó ellenőrzéshez hasonló egyenlet. A helyiségen belüli torlódások sebességre történő visszahatását ez sem oldaná meg, de az kompenzálható egy valósághoz képest kisebb haladási sebesség alkalmazása (a mai értékekhez hasonlóan).

A második ütem számítási metódusai már jobban követik az előzőekben felvetett problémát és megoldást, bár lényegében elegendő lenne a legszűkebb keresztmetszetek és a kijárat ajtó át bocsátó képességének vizsgálata.

Szintén megfontolandó megfigyelésem, hogy a szabványban is alkalmazott kétféle át bocsátó képességet alkalmaznak: a vízszintes és lépcsős felületen eltérő léptékben jutnak át a személyek. Ez a megkülönböztetés minden épületre alkalmazható lenne, hiszen ténylegesen másképpen tud mozogni a tömeg olyan területeken, ahol nem kell magassági különbséget is leküzdeni.

### **5.2.3. Számítógépes modellezés**

A számítógéppel segített tervezés világszerte az egyik legdinamikusabban fejlődő szakterület. Ennek megfelelően javasolt mind a szakmai oldalról, mind a szabályozási oldalról folyamatosan figyelemmel követni a fejlődést és fejlesztéseket és – szükség szerint – módosítani a javasolt alkalmazási lehetőségeket és követelményrendszert.

Érdemes lenne további vizsgálatokat folytatni, hogy a különböző modellező programok milyen feladatok esetében alkalmazhatóak optimálisan és mik a pontosabb alkalmazási feltételek, javaslatok az egyes területekkel kapcsolatban (például sportlétesítmények esetében is alkalmazhatóak egyedi megoldások a különlegesebb geometria miatt).

Emellett fontos lenne meghatározni, hogy milyen esetekben különösen javasolt a számítógépes szimulációk alkalmazása, ha a tapasztalatok azt mutatják, hogy a kézi számítási módszerek nem adnának reális eredményt a kiürítés menetéről. A sportlétesítmények esetében azonban mindenképpen indokoltnak tartom ennek javasolását, mivel a lelátók, feltöltési útvonalak elég speciális geometriai és kiürítési helyzetet teremtenek.

Nemzetközi tapasztalatok alapján a nagy sportesemények (olimpia) esetében az egész folyamatra készítenek tömegáramlási modelleket, minden létesítmény eseményeit figyelembe véve és ennek eredményeit használják a biztonsági tervek készítéséhez, az egyéb programok, promóciók meghatározásához. Ezen ötlet adaptálása azonban figyelemre méltó lehet egy-egy nagyobb sportrendezvény esetén is, amely feladat azonban szinte kizárólag a szervezést és üzemeltetést érinti.



## 6. MELLÉKLETEK

### 1. MELLÉKLET – KIVONAT A NIST TANULMÁNYÁBAN SZEREPLŐ PROGRAMOK TULAJDONSÁGAIRÓL

	szempont	Pathfinder	FDS+Evac	building Exodus	STEPS	Legion
1	hozzáférhetőség	igen	igen	igen	igen	igen
2	modellezési módszer	részleges viselkedés	részleges viselkedés	viselkedés	viselkedési	viselkedés
3	épület típus	minden	minden (csak egyszerűbb geometria)	minden	minden	minden
4	területfelosztás rendszere	folyamatos	folyamatos	cella	cella	folyamatos
5	nézőpont	egyéni és globális	egyéni	egyéni	egyéni	egyéni
6	viselkedés	közvetett viselkedés	feltételes és közvetett viselkedés, valószínűség	feltételes viselkedés, valószínűség	feltételes viselkedés, valószínűség	mesterséges intelligencia és valószínűség
7	mozgás	sűrűség, interperszonális távolság	interperszonális távolság	cella befogadó képesség és szabad állapot	cella befogadó képesség és szabad állapot	interperszonális távolság, feltételes
8	tűzhatás	bemutató során*	beépített	importálható	importálható	importálható
9	CAD	igen	igen	igen	igen	igen

10	<b>megjelenítés</b>	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D
11	<b>validáció</b>	norma, más modellek, irodalmi adat, tapasztalat	más modellek, irodalmi adat, tapasztalat	más modellek, irodalmi adat, tapasztalat, harmadik fél	norma, irodalmi adat, tapasztalat,	norma, irodalmi adat, tapasztalat, harmadik fél
12	<b>ellenáramlás</b>	van*	van	van	van	van
13	<b>kijáratok blokkolása</b>	lehet	lehet	lehet	lehet	lehet
14	<b>tűz kísérő jelenségek hatása a mozgásra (füst)</b>	áttételesen beállítható*	igen	igen	igen	igen
15	<b>toxicitás</b>	nem beállítható	igen*	igen	igen	igen
16	<b>csoportképzés</b>	van	van	van	van	van
17	<b>fogyatékos/lassú személyek</b>	lehet	lehet	lehet	lehet	lehet
18	<b>késleltetés (pre-movement)</b>	lehet	lehet	lehet	lehet	lehet
19	<b>felvonó</b>	van*	nincs	nincs	van	van
20	<b>útvonal választási metódus</b>	legrövidebb út és idő*, beállítható	optimális, feltételes, áramlási adatok alapján*	többféle lehetőség	feltételes	feltételes

\*Felhasználói kézikönyvek alapján javítva, elemzés készítés utáni időszak fejlesztései miatt.

## **2. MELLÉKLET – AZ IMO 1238 AJÁNLÁS MELLÉKLETÉBEN SZEREPLŐ TESZTFELADATOK RÉSZLETESEBB LEÍRÁSA**

Test 1. - a beállított sebesség ellenőrzése egy folyosón

Egy személy haladása egy 2 m széles és 40 m hosszú folyosón, amelyet 40 s alatt kell teljesítenie a beállított 1 m/s sebesség alapján.

Teszt 2. - a beállított sebesség ellenőrzése lépcsőn felfelé

Egy személy haladása egy 2 m széles és 10 m hosszú lépcsőn felfelé, amit a beállított 1 m/s sebességgel 10 s alatt kell teljesíteni.

Teszt 3. - a beállított sebesség ellenőrzése lépcsőn lefelé

Egy személy haladása egy 2 m széles és 10 m hosszú lépcsőn lefelé, amit a beállított 1 m/s sebességgel 10 s alatt kell teljesíteni.

Teszt 4. - ajtó átáramlás

100 személyt elhelyezve egy 8x5 m helyiségben, az 5 m oldal közepén elhelyezett 1 m széles ajtóval. A maximum átáramlás nem haladhatja meg az 1,33 fő/s értéket.

Teszt 5. - reakció idő

10 személyt elhelyezve egy 8x5 m helyiségben, az 5 m oldal közepén elhelyezett 1 m széles ajtóval. A beállított késlekedés idő 10 s és 100 s között kell lenni. Bizonyítandó, hogy a személyek a beállított késlekedési időben indulnak el.

Teszt 6. - konkáv sarok kezelése

20 személy navigálása egy balra fordulás esetén (1 ábra szerint), ami akkor sikeres, ha senki nem lépi át a kereteket.

Teszt 7. - a népesség demográfiai értékeinek beállítása

A függelék 3.4. táblázatából a 30-50 év közötti férfiakra vonatkozó adatokat kell alkalmazni egy 50 fős csoporton. Meg kell mutatni, hogy a beállított haladási sebességek megfelelnek a táblázat értékeinek.

Teszt 8. - ellenáramlás 2 összekötött helyiség között

2 helyiséget összekötünk egy 10 m hosszú és 2 m széles folyosóval, amelyek a helyiségek egyik oldalának középeit kötik össze (2. ábra). A személyek tulajdonságait a 30-50 év közötti férfiakra vonatkozó értékeknek megfelelően adjuk meg.

1. lépés - a lehető legnagyobb sűrűséggel elhelyezett 100 személy megy az 1. helyiségből a 2. helyiség felé, az utolsó ember áthaladását a folyosón kell feljegyezni;

2. lépés - az 1. lépés ismétlése olyan feltételekkel, hogy 10, 50 vagy 100 személy helyezkedik el a 2. helyiségben és igyekeznek az 1. helyiségbe eljutni onnan a folyosón keresztül. Az elvárt eredmény, hogy az átjutási idők növekednek a szembe jövő személyek számának növekedésével.

Teszt 9. - kijáratí áramlás

Egy nagy egyterű helyiségben 1000 főt helyezünk el a 3. ábrának megfelelően szabályos sorokban. A személyek a legközelebbi kijáratot választják. A személyek tulajdonságait a 30-50 év közötti férfiakra vonatkozó adatok alapján adjuk meg.

1. lépés - a kiürítés végének feljegyzése, amikor az utolsó ember is le hagyja a helyiséget;

2. lépés - az 1. és 2. ajtó bezárásával megismételni az 1. lépést.

Az elvárt eredmény, hogy a kiürítési idő megközelítőleg a kétszeresére fog nőni.

Teszt 10. - kijáratválasztás

A 4. ábrán látható kabin rendszert kell kialakítani, amiben a 30-50 év közötti férfiakra jellemző tulajdonságokkal rendelkező 23 személyt kell elhelyezni. Az 1,2,3,4,7,8,9 és 10 kabinból a felső főbejárat felé kell menekülni, míg a többiből a másodlagos kijáraton keresztül. Az elvárt eredmény, hogy a személyek a beállított ajtókat használják.

Teszt 11. - Lépcsőház

Az 5. ábrán látható helyiséget, folyosót és lépcsőt kell létrehozni, amiben a 30-50 év közötti férfiakra jellemző tulajdonságokkal rendelkező 150 személyeket kell elhelyezni. Az elvárt eredmény, hogy feltorlódás keletkezik a folyosó bejáratánál, ami folyamatos áramlást okoz a folyosón és torlódást a lépcső elején.

### 3. MELLÉKLET – RÉSZLETES KIÜRÍTÉS SZÁMÍTÁSOK AZ OTSZ ÁLTAL ELŐÍRT MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

#### 1M VÁLTOZAT – LELÁTÓRÓL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 5,8/16 + 3 \times 3,6/8 + 25,3/30 = 0,36 + 1,35 + 0,84 = 2,55 \text{ perc} > 1,5 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = 459 / (4 \times 1,8 + 1,0) / 41,7 = 1,34 \text{ perc} < 1,5 \text{ perc}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,55 + 22,4/16 + 3 \times 6/10 + 3,5/16 = 2,55 + 1,4 + 1,8 + 0,22 = 5,97 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

$$t_{2a} = 2,55 + 3 \times 6/10 + 5,2/16 = 2,55 + 1,8 + 0,32 = 4,67 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a lépcsők átbocsátása alapján

$$t_{2b} = 15,2/16 + (2 \times 459 + 47) / (4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65) / 41,7 + 3 \times 6/10 + 5,2/16 = 0,92 + 2,46 + 1,8 + 0,32 = 5,50 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján

$$t_{2c} = 15,2/16 + 3 \times 6/10 + 2,6/16 + (2 \times 459 + 47) / (3 \times 2,2 + 2 \times 1,05) / 41,7 = 0,92 + 1,8 + 0,16 + 2,66 = 5,54 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

#### 1M VÁLTOZAT – KÜZDŐTÉRRŐL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 26,20/30 = 0,87 \text{ perc} < 1,5 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartama az ajtók átbocsátó képessége alapján (részben előtér, részben szabad tér irányában számolva):

$$t_{1b} = (468 + 26) / (8 \times 1,05 + 4 \times 2) / 41,7 = 0,72 \text{ perc} < 1,5 \text{ perc}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása (előtér felé)*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 0,87 + 7,4/16 = 0,87 + 0,46 = 1,33 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján (előtér oldalán):

$$t_{2c} = 7,4/16 + (494 \times 0,6) / (4 \times 2) / 41,7 = 0,46 + 0,88 = 1,34 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

#### 2R VÁLTOZAT – LELÁTÓRÓL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 5,8/16 + 3 \times 3,6/8 + 25,3/30 = 0,36 + 1,35 + 0,84 = 2,55 \text{ perc} > 1,5 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = (782/2) / (4 \times 1,8 + 1,0) / 41,7 = 1,14 \text{ perc} < 1,5 \text{ perc}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,55 + 22,4/16 + 3 \times 6/10 + 3,5/16 = 2,55 + 1,4 + 1,8 + 0,22 = 5,97 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

$$t_{2a} = 2,55 + 3 \times 6/10 + 5,2/16 = 2,55 + 1,8 + 0,32 = 4,67 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a lépcsők átbocsátása alapján

$$t_{2b} = 15,2/16 + 782 / (4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65) / 41,7 + 3 \times 6/10 + 5,2/16 = 0,92 + 1,99 + 1,8 + 0,32 = 5,03 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján

$$t_{2c} = 15,2/16 + 3 \times 6/10 + 2,6/16 + 782 / (3 \times 2,2 + 2 \times 1,05) / 41,7 = 0,92 + 1,8 + 0,16 + 2,16 = 5,04 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

## **2R VÁLTOZAT – KÜZDŐTÉRRŐL**

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 35,8/16 = 2,23 \text{ perc} > 1,5 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján (részben előtér, részben szabad tér irányában számolva):

$$t_{1b} = 2200 / (8 \times 1,05 + 4 \times 2) / 41,7 = 3,22 \text{ perc} < 1,5 \text{ perc}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 3,22 + 7,4/16 = 3,22 + 0,46 = 3,68 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján (előtér oldalán):

$$t_{2c} = 7,4/16 + (2200 \times 0,6) / (4 \times 2) / 41,7 = 0,46 + 3,96 = 4,42 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

## **3D VÁLTOZAT – LELÁTÓRÓL**

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 5,8/16 + 3 \times 3,6/8 + 25,3/30 = 0,36 + 1,35 + 0,84 = 2,55 \text{ perc} > 1,5 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = 459 / (4 \times 1,8 + 1,0) / 41,7 = 1,34 \text{ perc} < 1,5 \text{ perc}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,55 + 22,4/16 + 3 \times 6/10 + 3,5/16 = 2,55 + 1,4 + 1,8 + 0,22 = 5,97 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

$$t_{2a} = 2,55 + 3 \times 6/10 + 5,2/16 = 2,55 + 1,8 + 0,32 = 4,67 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a lépcsők átbotcsátása alapján

$$t_{2b} = 15,2/16 + (2 \times 459 + 47) / (4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65) / 41,7 + 3 \times 6/10 + 5,2/16 = 0,92 + 2,46 + 1,8 + 0,32 = 5,50 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba botcsátó ajtók átbotcsátása alapján

$$t_{2c} = 15,2/16 + 3 \times 6/10 + 2,6/16 + (2 \times 459 + 47) / (3 \times 2,2 + 2 \times 1,05) / 41,7 = 0,92 + 1,8 + 0,16 + 2,66 = 5,54 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

### 3D VÁLTOZAT – KÜZDŐTÉRRŐL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 35,8/16 = 2,23 \text{ perc} > 1,5 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbotcsátó képessége alapján (részben előtér, részben szabad tér irányában számolva):

$$t_{1b} = 982 / (8 \times 1,05 + 4 \times 2) / 41,7 = 1,43 \text{ perc} < 1,5 \text{ perc}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,23 + 7,4/16 = 2,23 + 0,46 = 2,69 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba botcsátó ajtók átbotcsátása alapján (előtér oldalán):

$$t_{2c} = 7,4/16 + (982 \times 0,6) / (4 \times 2) / 41,7 = 0,46 + 1,77 = 2,23 \text{ perc} < 6 \text{ perc}$$

## 4. MELLÉKLET – RÉSZLETES KIÜRÍTÉS SZÁMÍTÁSOK A TVMI ÁLTAL MEGHATÁROZOTT MÓDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

### 1M VÁLTOZAT – LELÁTÓRÓL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 5,8/17 + 3 \times 3,6/6,25 + 25,3/28 = 0,34 + 1,73 + 0,90 = 2,97 \text{ perc} > 1 \text{ perc NFM}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = 459 / (4 \times 1,8 + 1,0) / 83,3 = 0,67 \text{ perc} < 1 \text{ perc MF}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,97 + 22,4/28 + 3 \times 6/8,5 + 3,5/17 = 2,97 + 0,8 + 2,11 + 0,21 = 6,09 \text{ perc} > 6 \text{ perc NFM}$$

$$t_{2a} = 2,97 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 = 2,97 + 2,11 + 0,31 = 5,39 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartalma a lépcsők átbocsátása alapján

$$t_{2b} = 15,2/28 + (2 \times 459 + 47) / (4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65) / 65,8 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 = 0,54 + 1,56 + 2,11 + 0,31 = 4,52 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján

$$t_{2c} = 15,2/28 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 + (2 \times 459 + 47) / (3 \times 2,2 + 2 \times 1,05) / 83,3 = 0,54 + 2,11 + 0,31 + 1,33 = 4,29 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

### 1M VÁLTOZAT – KÜZDŐTÉRRŐL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 26,20/40 = 0,66 \text{ perc} < 1 \text{ perc MF}$$

$$t_{1a} = 5,5/17 + (1,8 \times 3)/8,5 + 10,20/40 = 0,32 + 0,64 + 0,26 = 1,22 \text{ perc} > 1 \text{ perc NFM}$$

A kiürítés időtartama az ajtók átbocsátó képessége alapján (részben előtér, részben szabad tér irányában számolva):

$$t_{1b} = (468 + 26) / (8 \times 1,05 + 4 \times 2) / 83,3 = 0,36 \text{ perc} < 1 \text{ perc MF}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása (előtér felé)*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 1,22 + 7,4/17 = 1,22 + 0,44 = 1,66 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján (előtér oldalán):

$$t_{2c} = 7,4/17 + (494 \times 0,6) / (4 \times 2) / 83,3 = 0,44 + 0,44 = 0,88 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$



## 2R VÁLTOZAT – LELÁTÓRÓL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 5,8/17 + 3 \times 3,6/6,25 + 25,3/28 = 0,34 + 1,73 + 0,90 = 2,97 \text{ perc}$$

> 1 perc NFM

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = (782/2) / (4 \times 1,8 + 1,0) / 83,3 = 0,57 \text{ perc}$$

> 1 perc NFM

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,97 + 22,4/28 + 3 \times 6/8,5 + 3,5/17 = 2,97 + 0,8 + 2,11 + 0,21 = 6,09 \text{ perc}$$

> 6 perc NFM

$$t_{2a} = 2,97 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 = 2,97 + 2,11 + 0,31 = 5,39 \text{ perc}$$

< 6 perc MF

A kiürítés időtartalma a lépcsők átbocsátása alapján

$$t_{2b} = 15,2/28 + 782 / (4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65) / 65,8 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 = 0,54 + 1,26 + 2,11 + 0,31 = 4,22 \text{ perc}$$

< 6 perc MF

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján

$$t_{2c} = 15,2/28 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 + 782 / (3 \times 2,2 + 2 \times 1,05) / 83,3 = 0,54 + 2,11 + 0,31 + 1,08 = 4,04 \text{ perc}$$

< 6 perc MF

## 2R VÁLTOZAT – KÜZDŐTÉRRŐL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 35,8/28 = 1,27 \text{ perc}$$

> 1 perc NFM

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján (részben előtér, részben szabad tér irányában számolva):

$$t_{1b} = 2200 / (8 \times 1,05 + 4 \times 2) / 83,3 = 1,61 \text{ perc}$$

> 1 perc NFM

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 3,22 + 7,4/17 = 3,22 + 0,44 = 3,66 \text{ perc}$$

< 6 perc MF

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtók átbocsátása alapján (előtér oldalán):

$$t_{2c} = 7,4/17 + (2200 \times 0,6) / (4 \times 2) / 83,3 = 0,44 + 1,98 = 2,42 \text{ perc}$$

< 6 perc MF

## 3D VÁLTOZAT – LELÁTÓRÓL

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 5,8/17 + 3 \times 3,6/6,25 + 25,3/28 = 0,34 + 1,73 + 0,90 = 2,97 \text{ perc}$$

> 1 perc NFM

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján:

$$t_{1b} = 459 / (4 \times 1,8 + 1,0) / 83,3 = 0,67 \text{ perc} < 1 \text{ perc MF}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 2,97 + 22,4/28 + 3 \times 6/8,5 + 3,5/17 = 2,97 + 0,8 + 2,11 + 0,21 = 6,09 \text{ perc} > 6 \text{ perc NFM}$$

$$t_{2a} = 2,97 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 = 2,97 + 2,11 + 0,31 = 5,39 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartalma a lépcsők átbocsátása alapján

$$t_{2b} = 15,2/28 + (2 \times 459 + 47) / (4,3 + 1,8 + 2 \times 1,65) / 65,8 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 = 0,54 + 1,56 + 2,11 + 0,31 = 4,52 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtó átbocsátása alapján

$$t_{2c} = 15,2/28 + 3 \times 6/8,5 + 5,2/17 + (2 \times 459 + 47) / (3 \times 2,2 + 2 \times 1,05) / 83,3 = 0,54 + 2,11 + 0,31 + 1,33 = 4,29 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

### **3D VÁLTOZAT – KÜZDŐTÉRRŐL**

*A kiürítés első szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útszakaszok hossza alapján:

$$t_{1a} = 35,8/37 = 0,97 \text{ perc} < 1 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartama az ajtó átbocsátó képessége alapján (részben előtér, részben szabad tér irányában számolva):

$$t_{1b} = 982 / (8 \times 1,05 + 4 \times 2) / 83,3 = 0,72 \text{ perc} < 1 \text{ perc MF}$$

*A kiürítés második szakaszának számítása*

A kiürítés időtartama az útvonalak hossza alapján:

$$t_{2a} = 1,43 + 7,4/17 = 1,43 + 0,44 = 1,87 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

A kiürítés időtartalma a szabadba bocsátó ajtó átbocsátása alapján (előtér oldalán):

$$t_{2c} = 7,4/17 + (982 \times 0,6) / (4 \times 2) / 83,3 = 0,44 + 0,88 = 1,32 \text{ perc} < 6 \text{ perc MF}$$

## 7. FELHASZNÁLT FORRÁSOK

1. Nigel B. Crowther (2007): *Sport in ancient times*, Praeger Publishers, USA, ISBN-10: 0-275-98739-6
2. Hajnóczy J. Gyula (1996): *Az építészet története - Ókor II. Klasszikus Kultúrák*, Nemzeti Tankönyvkiadó Rt, Budapest, ISBN 963 18 7462 1
3. Michael Burgan(2009): *Great Empires of the Past - Empire of Ancient Rome*, Shoreline Publishing Group LLC. USA, ISBN 978-1-60413-159-8
4. <http://www.emergencydispatch.org/articles/firedisasters.html>  
letöltés ideje 2014.12.03.
5. 28/2011. (IX. 6.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi szabályzatról, [www.net.jogtar.hu](http://www.net.jogtar.hu), letöltés ideje 2013.09.09.
6. 54/2014. (XII. 5.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzatról
7. BM OKF Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek (2015): *Kiűrités*  
[http://www.katasztofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzmegelozes\\_otsz\\_iranyelvek](http://www.katasztofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzmegelozes_otsz_iranyelvek), letöltés ideje 2015.03.12.
8. MSZ EN 13200-1:2013 Nézőtéri berendezése. 1. rész: A nézőtéri terület általános jellemzői
9. MLSZ - BMSK Zrt. (2010): *Stadion Biztonság Projekt közbeszerzési kiíráshoz készített műszaki leírás*
10. Geraint John, Rod Sheard and Ben Vickery (2007): *Stadia - A Design and Development Guide*, Elsevier Ltd. UK, 4th edition ISBN 10: 0-75-066844-6
11. UEFA (2011): *The UEFA Guide to Quality Stadiums*  
Artgraphic Cavin SA, Grandson, Switzerland.
12. The Stationery Office (2008): *Guide to Safety at Sports Grounds*, Stationery Office Books, United Kingdom 5th edition, ISBN 978 0 11 702074
13. The Football Stadia Improvement Fund and The Football Licensing Authority (2003): *Accessible Stadia*  
The Football Stadia Improvement Fund and The Football Licensing Authority. UK, ISBN 0-9546293-0-2
14. CFPA –E No 19:2009 European Guideline, Fire safety engineering concerning evacuation from buildings, Zürich
15. The SFPE Handbook of Fire Protection Engineering Section 3 Chapter 13  
Steven M. V. Gwynne and Eric R. Rosenbaum (2008): *Employing the Hydraulic Model in Assessing Emergency Movement*  
National Fire Protection Association, USA, Quincy, Massachusetts, 4th edition, ISBN-10: 0-87765-821-8

16. Erica D. Kuligowski, Richard D. Peacock, Bryan L. Hoskins (2010): *A Review of Building Evacuation Models*  
2th Edition, Technical Note 1680, Fire Research Division Building and Fire Research Laboratory, National Institute of Standards and Technology
17. BM OKF Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek (2015): *Számítógépes tűz- és füst-terjedési, valamint menekülési szimuláció*  
[http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzmegelozes\\_otsz\\_iranyelvek](http://www.katasztrofavedelem.hu/index2.php?pageid=tuzmegelozes_otsz_iranyelvek), letöltés ideje 2015.03.12.
18. International Maritime Organization (2007), MSC, 1/Circ. 1238: *Guidelines for evacuation analysis for new and existing passenger ships*
19. Thunderhead Engineering Consultants Inc. (2014): *Technical Reference Pathfinder*  
[http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/pathfinder\\_2014-documentation/](http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/pathfinder_2014-documentation/) letöltés ideje 2014.11.23.
20. Craig W. Reynolds (1999): *Steering Behaviors For Autonomous Characters*
21. Stephen Pheasant (2003): *Bodyspace anthropology, ergonomics, and the design of work*;  
Taylor & Francis Ltd. London, ISBN 0-7484-0326-4
22. Klingsch, W.W.F.; Rogsch, C.; Schadschneider, A.; Schreckenberg, M. (Eds.) (2010): *Pedestrian and Evacuation Dynamics*,  
Springer-Verlag Berlin Heidelberg, ISBN 978-3-642-04503-5
23. V.M. Predtechenskii, A. I. Milinskii (1978): *Planning for foot traffic flow in buildings*,  
American Publishing Co. Pst. Ltd., New Delhi

## 8. SUMMARY

Az elvégzett munka rövid, másfél oldalt meg nem haladó, de legalább 2/3 oldalnyi terjedelmű angol nyelvű összefoglalása.

Keywords: *keyword1, keyword2, keyword3*

A szakdolgozat célkitűzése a szakirodalmi adatok összefoglalása a sportlétesítmények kiürítési koncepciójának tervezésével kapcsolatban illetve a számítógépes simulációk alkalmazásának lehetőségeiről. Ennek során