

**Veres György**

## **Tömeg dinamika a személysűrűség függvényében**

A Dr Balog Imre emlékpályázaton különdíjban részesült dolgozatot adjuk közre. Szerkesztett változatát a Védelem 201162. számában olvashatják.

A személyek áramlása függ a haladási sebességüktől az egységnyi területen lévő személyek számától és a rendelkezésre álló tér nagyságától. A rendezvények során megjelenő nagyszámú látogatók - 1. ábra -kiürítésének tervezése, szervezése és vészhelyzeti kezelésének alapfeltétele a mozgás-sűrűség-áramlás viszonyainak alapismerete.



1. ábra Személysűrűség

### **Bevezető**

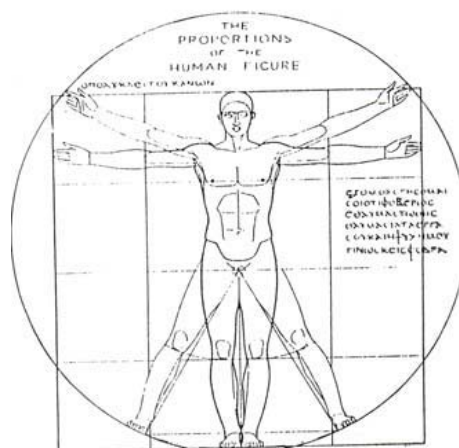
A nagy tömegrendezvényeken bekövetkező halálos balesetek rávilágítanak, hogy a tömeg létszámát, mozgását a biztonsági szakembereknek elemezni és megfelelő időben kezelni kell, hogy a budapesti színhelyű West Balkán szórakozóhelyen a 2011. január 15.-én történt esemény többé ne forduljon elő. A tömeg rendezvények megtartása nem csak az épületben belül, hanem a szabadtéren is magukban tartalmazzák a katasztrófa lehetőségét. Jellemzően nagyobb létszámú halálesetek a szabadtéren fordultak elő (2. ábra).

1989	96 halott, 400 sérült	Egyesült Királyság, Hillsborough
1990	1426 halott	Szaud Arábia, Mina völgy
1994	266 halott 96 sérült	Szaud Arábia, Jamarat híd
1996	83 halott 180 sérült	Guatemala, Guatemalaváros
1997	22 halott 43 sérült	Szaud Arábia, Jamarat híd
1998	118 halott 434 sérült	Szaud Arábia, Jamarat híd
1999	51 halott 150 sérült	India, Kerala
1999	53 halott 190 sérült	Fehéroroszország, Minszk
2001	35 halott 17 sérült	Szaud Arábia, Jamarat híd
2001	4 halott	Brazília, Aracuja
2002	10 halott	Japán, Jokohama
2004	249 halott 212 sérült	Szaud Arábia, Jamarat híd
2004	37 halott 15 sérült	Kína, Peking
2006	363 halott 389 sérült	Szaud Arábia, Jamarat híd
2006	74 halott 300 sérült	Fülöp-szigetek, Manila
2006	51 halott 238 sérült	Yemen
2008	10 halott 6 sérült	Indonézia, Jakarta
2008	146 halott 50 sérült	India, Himachal Pradesh
2008	23 halott	Indonézia, Jáva sziget Pasuran
2008	12 halott	Mexikó, Mexikóváros
2008	1 halott 40 sérült	USA, New York
2009	50 halott 200 sérült	Thaiföld, Bankok
2009	11 halott 40 sérült	Marokkó, Rabat
2009	22 halott 132 sérült	Elefántcsontpart, Abidjan
2009	60 sérült	Egyesült Királyság, Birmingham
2010	19 halott 350 sebesült	Németország, Duisburg
2010	456 halott 755 sebesült	Kambodzsa, Phnompen
2011	3 halott 13 sebesült	Magyarország, Budapest

2 ábra A rendezvények során történt események idősorrendben

Ahhoz, hogy megértsük a tömeg dinamika egy szeletét az ember sűrűséget magát az embert kell megvizsgálunk, amelyre elsődlegesen az antropológia adja meg a választ, ami a geometriailag megfelelő terek és környezet megtervezéséhez nélkülözhetetlen. Az antropológia segédtudományaként fejlődött ki az antropometria<sup>1</sup> [1] (emberméréstan) az emberi test fizikai jellemzőivel foglalkozó tudomány. Az emberi test méreteinek és mozgástartományainak adatait felhasználja az orvostudomány és az ergonómia, valamint az építészet és azon belül a tűzvédelmi építészeti tervezés is. Vitruvius (római építész) Kr.e 15-ben - 3. ábra - megállapította, hogy az egész számú arányok a szépség lényegét írják le, emiatt az épületek tervezésénél is ilyen arányokat szükséges alkalmazni. Természetesen az arányokat befolyásolják a testalkat típusok is.

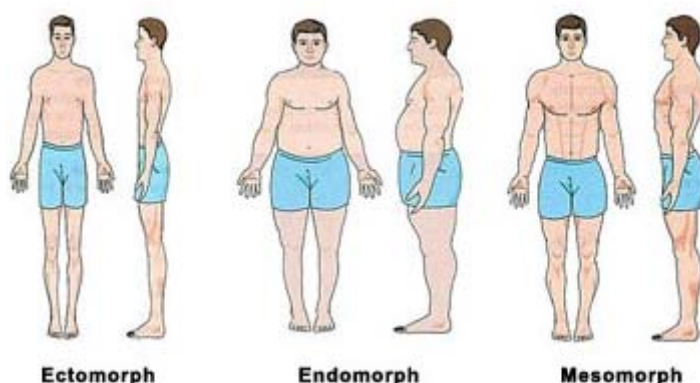
<sup>1</sup> Olyan tudománya az antropológiának, amely embereket, ember csoportokat testméreteik alapján jellemez, tesz megkülönböztethetővé.



3. ábra Vitruvius: az emberi arányok

## Testalkatok

Az embereket az antropometria alapvetően három fő csoportba - 4. ábra - sorolja: ektomorf, endomorf és mezomorf csoportba. A testalkatok között létezik átmenet, keveredés, tehát valaki lehet endomezo vagy mezo-endo, mezo-ekto vagy ekto-mezo is.



4. ábra Főbb testalkatok

A testalkatok leírhatóak, jellemezhetőek valamint a kutatások szerint bizonyos pszichés tulajdonságok - 5. ábra - is hozzárendelhetőek.

	Ektomorf	Endomorf	Mezomorf
Jellemző vonások	kis és törékeny csontozat, kis fej, vállak, hosszú, lapos törzs, vékony test, hízási nehézségek	nagy fej, rövid nyak, vaskos törzs, hordó alakú mellkas, rövid végtagok, sok zsírszövet	Erős, sportos, homokóra/téglalap alakú test, jól definiált formák, keskeny medence
Pszichés tulajdonságok	gyors szellemi reakció, társaságkerülő	társaságkedvelő, kényelmes	akciókészség, mozgásöröm

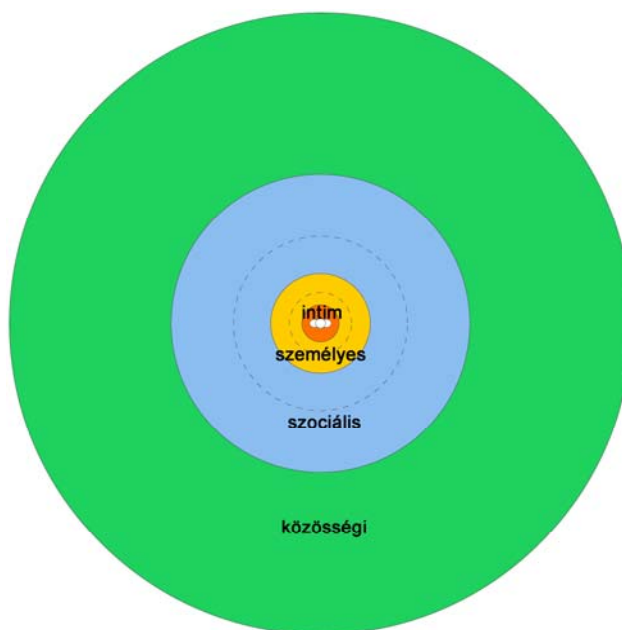
5. ábra Testalkatokhoz rendelt jellemzők

Az európai és észak amerikai lakosság nagy része jelenleg tart az egészségtelen táplálkozás és mozgás kultúra hiány miatt a túlsúly és elhízás irányába, ami a megelőző tűzvédelem

kutatásban azon belül a kiürítés lehetséges módozatiban is más alternatív megoldásokat hoz előtérbe, mint pl. az épületek liftekkel történő kiürítést is.

## Interperszonális távolságok

Az emberben születésünktől fogva programozva vannak különböző ösztönök, az egyik ilyen ösztön a félelemtől, sérüléstől, károsodástól való félelem, amellet az emberi viselkedést befolyásolja, hogy valakiben megbízunk vagy kétségeket ébreszt bennünk. Ezen okok miatt fontos az embereknek a térbeli távolság. Mi történik, ha egy elszigetelt helyiségben lévő személyt más személy megközelít? Harcol vagy menekül? Az interperszonális - személyek közötti - távolságok 6. ábra meghatározásának fő szempontjai a látás, szaglás, hallás és érintés érzékszervek által meghatározott [2] hét csoport (7. ábra).



6. ábra Személyi terek és emberi dimenziók

távolság	Jellemzők
> 7,5 m	Közösségi távolság (távoli) Kevés érzékszerv használat; a szóbeli kommunikáció hangos, túlzó és stilizált (színházi).
3,6–7,5 m	Közösségi távolság (közeli) Szóbeli kommunikáció kevésbé hangos, kevésbé eltúlzott, mégis stilizált, általános arckifejezések láthatóak (ránc, mosoly).
2,1–3,6 m	Szociális távolság (távoli) Testápolás jellemzői már láthatóak, de még könnyű átsiklani a részleteken
1,2–2,1 m	Szociális távolság (közeli) csökken a tévedés lehetősége, de a személyiség jegyek még nem érzékelhetőek.
0,75–1,2 m	Személyes távolság (távoli) Finom részletek, mint az arcszín, fogak, szemek, stb. láthatóak, alkalmasszerűen testillatok érzékelhetőek, lehetséges egy személyt elérni.

0,75 m	Személyes távolság (közele) Részletek, mint pl. a tisztaság észrevehető, testillatok és a parfümök érezhetőek, testi érintkezés elkerülhető, de könnyen lehetséges.
< 0,45 m	Intim távolság Testhangok, testillat, testhő érzékelhető, látvány torzul, nagyon nehéz elkerülni az érintkezést

7. ábra Interperszonális távolságok

### Személy sűrűség

Minden ember igényli a személyes teret. A személyek körüli zóna minden egyes embernél mérhető, de a zóna méretét befolyásolja az adott kultúra, kor, státusz, nem, mozgáskorlátozottság valamint befolyással bír a földrajzi születés is. Az emberi test fizikai paraméterei nagyon eltérőek. A nők általában kisebbek a férfiaknál az ázsiai/csendes óceáni térségben születettek kisebbek, mint az európaiak. Az egyén által elfoglalt terület függ, hogy milyen évszakhoz tartozó ruhában van, és mit visz adott esetben a kezében. Magyarországon 1938-ban [3] a templomok esetében a férőhely kiszámításánál  $0,5 \text{ m}^2/\text{ülőhely}/\text{főt}$  az oltár előtt 2-3 m-es sávban állóhelyenként  $0,25 \text{ m}^2/\text{főt}$  a többi részben átlagban  $1 \text{ m}^2$ -re 3 hívőt számítottak. Fruin J.J. kutatásában [4] a személyi tér négy osztályát határozta meg sorban álló vagy várakozó emberek esetén:

- mozgási zóna: az emberek könnyedén el tudnak haladni egymás között egymás zavarása nélkül a személyeknek rendelkezésre álló terület legalább  $1,2 \text{ m}^2$  azaz  $0,8 \text{ személy}/\text{m}^2$
- személyes komfort zóna: az emberek el tudnak haladni még egymás között kisebb zavarással az embereknek rendelkezésre álló terület legalább  $0,9 \text{ m}^2$  azaz  $1,1 \text{ személy}/\text{m}^2$
- érintésmentes zóna: az emberek nem tudnak egymás között zavarás mentesen elhaladni a személyeknek rendelkezésre álló terület legalább  $0,7 \text{ m}^2$  azaz  $1,4 \text{ személy}/\text{m}^2$
- érintéses zóna: az emberek nem tudnak egymás között elhaladni az embereknek rendelkezésre álló terület legalább  $0,33 \text{ m}^2$  azaz  $3 \text{ személy}/\text{m}^2$

A tömeg szituációt nem tartalmazta Fruin meghatározása, amely az alábbiak szerint definiálható: az embereknek rendelkezésre álló terület  $0,25 \text{ m}^2$ , azaz  $4 \text{ személy}/\text{m}^2$ , amely egy zsúfolt vonaton, buszon, liftben  $0,2 \text{ m}^2$  azaz  $5 \text{ személy}/\text{m}^2$ .

A nők, gyerekek és férfiak által lefedett területre használhatunk egységes sablont, mivel a zsúfolt helyen a nők a karjuk felemelésével vagy a maguknál tartott tárggyal növelik a személyes teret. A gyerekek több helyet követelnek meg, mint amit az adott testméretükhöz járna. Megfigyelték, hogy a nők személyi zónája  $0,5 \text{ m}^2$  ( $0,8 \text{ m}$  átmérőjű kör) a férfiak személyi zónája  $0,8 \text{ m}^2$  ( $1,0 \text{ m}$  átmérőjű kör)

Az emberi test által elfoglalt terület meghatározás [5]:

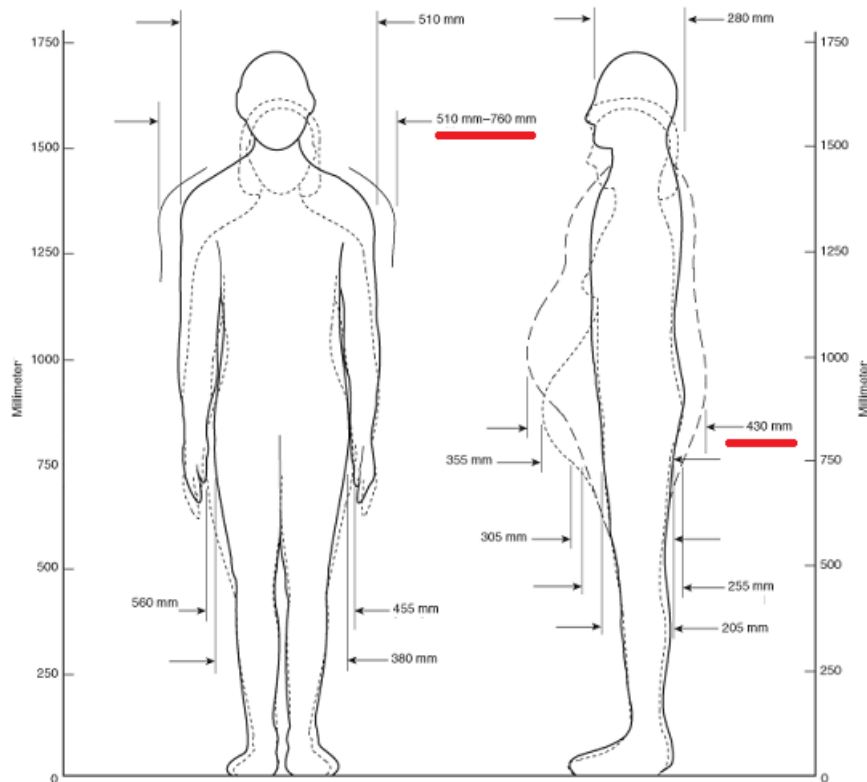
gyerek:  $0,056 \text{ m}^2$

fiatalkorú:  $0,09 \text{ m}^2$

felnőtt:

- nyári időszakban:  $0,1 \text{ m}^2$

- tavaszi-őszi időszi ruházatban:  $0,113 \text{ m}^2$
- téli időszi ruházatban:  $0,125 \text{ m}^2$
- gyermekkel a kézben:  $0,28 \text{ m}^2$
- nagyobb csomaggal a kézben:  $0,82 \text{ m}^2$
- hátitáskával:  $0,31 \text{ m}^2$
- kisebb csomaggal a kézben:  $0,23 \text{ m}^2$



8. ábra Felnőtt személyek antropológiai adatai

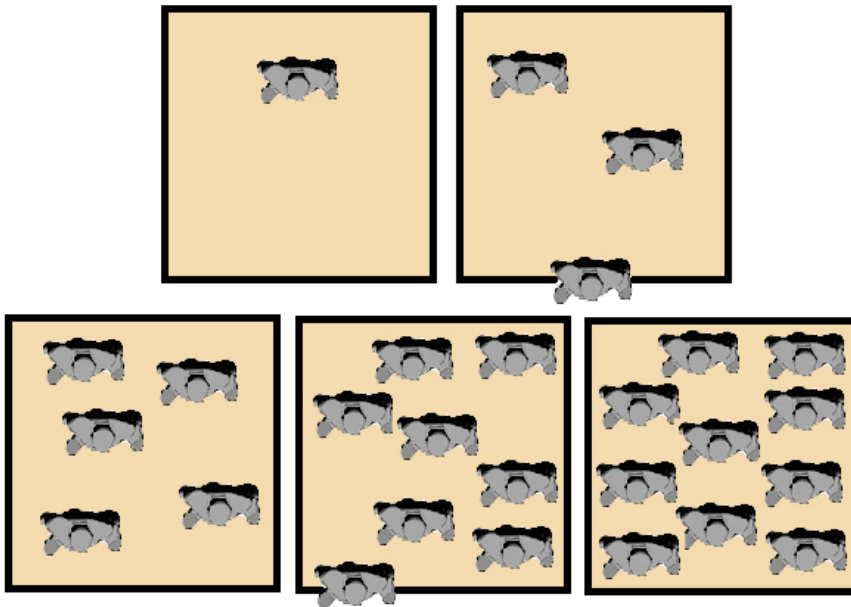


9. ábra Egy személy által lefedett tér

A test által lefoglalt területet - 8. ábra - egy 600 mm hosszú és 450 mm széles ellipszissel - 9. ábra - modellezhetjük. A lefedett tér  $0,21 \text{ m}^2$ . A sablon méret 90%-ban lefedi az általános testalkatú egyéneket a fennmaradó szórásból adódóan a nagyobb testalkatúak kompenzálják a kisebb testalkatú személyeket. A személyeknek rendelkezésre álló terület hatással van a szabad mozgásra - 10. ábra - és az interperszonális távolságra - 11. ábra - is, amely az emberek kényelmetlenségét, nem kívánt tevékenységét pl. lökdösődés, lökést is okozhatja. Ez egy  $3,5 \text{ fő/m}^2$  feletti sűrűségű tömegben a lökdösődés nyomás hullám terjedést okoz, amely az embereket összprezseli és önakarattuktól független mozgásra kényszeríti.

sűrűség személy/m <sup>2</sup>	Jellemzők
0,5	Emberek mozgása nem korlátozott, más személyek jelenléte nincs hatással a mozgásra vagy az egyhelyben tartózkodásra.
1	Emberek mozgása nem korlátozott, néha kitérés szükséges, más személyek jelenléte nincs hatással a mozgásra vagy az egyhelyben tartózkodásra.
2	Egyén, aki gyalogol vigyáznia kell, hogy ne ütközzön más személyekkel, valamint váró a személyek tudatában vannak, hogy más személyek is jelen vannak.
3	Haladás csak csoszogva lehetséges. A mozgást átlagosan a tömeg irányítja. Nincs, vagy kicsi az esélye a tömeggel szemben haladni.
≥3,5	A haladás szinte lehetetlen.

10. ábra Sűrűség hatása a mozgásra

11. ábra 2,5 m<sup>2</sup>-es területen a személysűrűség eloszlása

A normál feltételek mellett a legnagyobb megfigyelt ember sűrűség 7 fő/m<sup>2</sup> volt, ami veszély esetén az emberek torló nyomása következtében még nőhet. A tömeg nyomás hullám terjedése jól megfigyelhető a rock vagy pop koncertek alkalmával a küzdőtéren összepréselődő személyek mozgásán. A mozgás során történhet elbotlás, aminek következtében a tömeg az eleső személyeket halálra tapossa, vagy feltorlódás - 12. ábra - valamint akadályokra az emberek rápréselődés is előfordulhat.



12. ábra 3,5  
személy/m<sup>2</sup> feletti  
ember sűrűség

### Személy sűrűség meghatározása normatívák alapján

Az angolszász szabályozásokban [6, 7] megjelenő számítási segédletként megjelenő létszám adatokat a 13. ábrában foglaltam össze, amelyből egyes adatok megtalálhatóak a honi szabályozásba is.

funkció	m <sup>2</sup> /fő	funkció	m <sup>2</sup> /fő
állóhelyes nézőtér	0,3	kisebb tömeg jelenlét fix székek nélkül	1,4
autóparkoló/parkoló hely	2 fő	kollégium	5
bár	0,3	konferencia terem	1
bazár	2	konyha	7
bemutatóterem	7	könyvtár olvasó	5
billiárd, snooker terem	10	könyvtár-könyvpolcos (bruttó terület)	9,3
bowling terem	10	mozi, színház előcsarnok	0,3
club	0,5	múzeum	5
edző terem berendezés nélkül	1,4	műhely, labor stb.	4,6
edző terem berendezéssel	4,6	művészeti galéria	5
előcsarnok	2	osztályterem	2
étkező, étterem	1	óvoda, bölcsőde	3,3
eü. ambuláns ellátás (bruttó terület)	9,3	pad ülőhely	0,4
eü. fekvő beteg osztályok (bruttó terület)	11,1	pados ülőhelyek	1 fő/ 45,7 mm
eü. kórházi beteg ellátás (bruttó terület)	22,5	raktár (bruttó terület)	30
fix székes ülőhelyek	székszám	repció	2
gyár üzemi terület	5	stadion állóhely	0,6
hotel, panzió, stb.	18,6	stúdió (rádió, tv, film, hang)	1,5

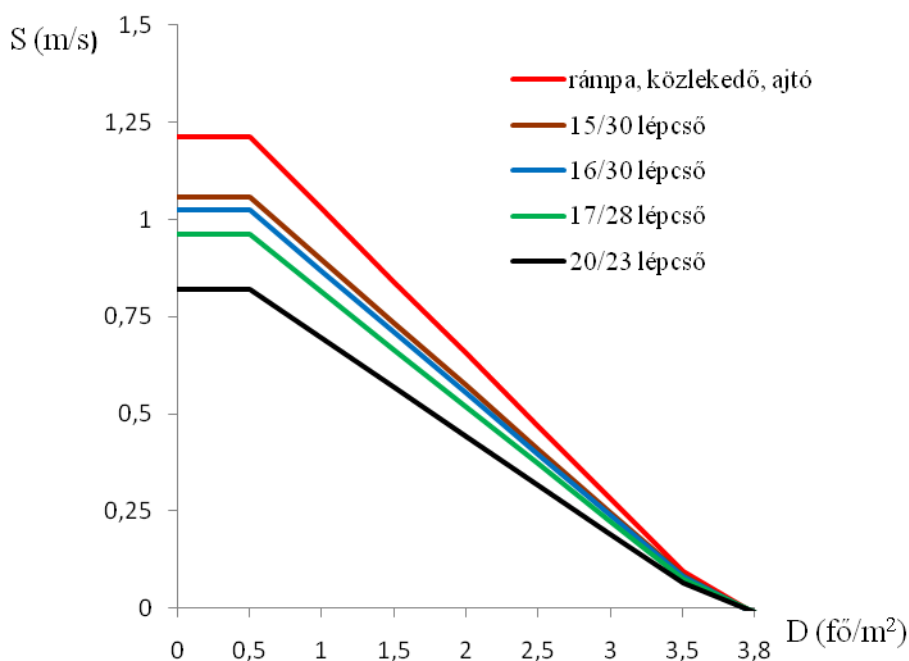


(bruttó terület)			
irattár	10	számítógép terem	7
iroda (60 m <sup>2</sup> -nél kisebb)	8	színpad	1,4
iroda (60 m <sup>2</sup> -nél nagyobb)	6	táncterület	0,5
játéktér (bruttó terület)	1	társalgó	1
kényszertartózkodású használat (bruttó terület)	11,1	tervezői iroda	7
kereskedelem földszintes használat (bruttó terület)	2,8	tömeg jelenlét fix székek nélkül	0,65
kereskedelem talajszint alatti használat	2,8	uszoda (használati rész)	2,8
kereskedelem többszintes használat	3,7	uszoda (vízfelület)	4,6
kereskedelem vásárlók részére nem nyitott terület	27,9	zsibongó	0,5
kiállító terem	1,5		

13. ábra Létszámtervezési segédlet

### Haladási sebesség

A kutatások és a megfigyelések [4,5] rámutattak, hogy a személyek haladási sebességeire a személyek egységnyi alapterületre eső sűrűsége hatással van. Amennyiben a személyek sűrűsége kevesebb, mint 0,54 fő/m<sup>2</sup> - 14. ábra - a kiürítési útvonalon, akkor a személy mozgása szabad nem befolyásolja más személy a haladását. A 3,8 fő/m<sup>2</sup> sűrűségnél, ami azt jelenti, hogy az egy személyre eső terület 0,26 m<sup>2</sup>/fő a haladás megáll.



14. ábra Haladási sebesség a sűrűség függvényében

Ekkor a tömeg felfejlődik és létrejön a kritikus nyomás, ami elérheti a 4450 N/m [8] erőt, ez már alkalmas acélkorlát elhajlítására de mindenképpen arra, hogy a mellkast összenyomva a

légzést lehetetlenné tegye (15. ábra). Emiatt pl. az angliai sportpályákon a kerítéseket legfeljebb 5 kN/m megnyílási erőhatásra méretezik.



15. ábra Asphyxia a tömegnyomás következtében

A sebesség 0,54 és 3,8 fő/m<sup>2</sup> sűrűség között lineárisan változik. A sebesség érték az alábbi képlettel [9] számítható:

$$S = k - a \cdot k \cdot D$$

S: haladási sebesség m/s

a: konstans (értéke 0,266)

k: tényező

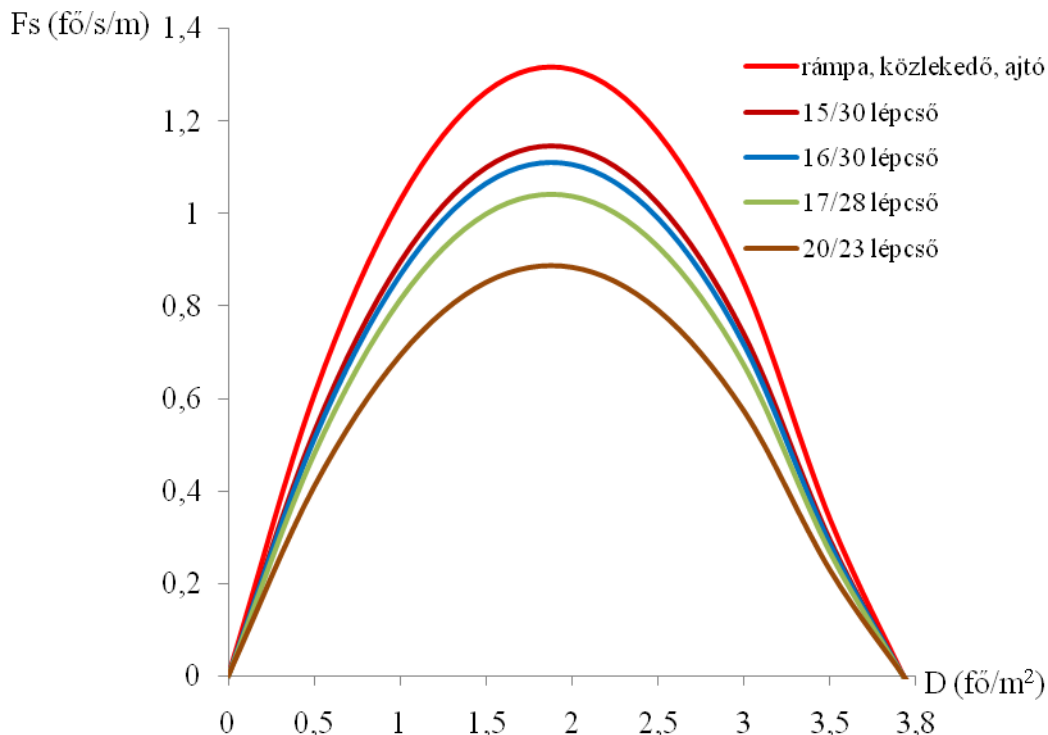
A lépcsők méreteinél a Magyarországon tervezett építészeti által leggyakrabban alkalmazott lépcsőméreteket vettem fel, amelyhez kapott értékeket a 16. ábra tartalmazza.

Menekülési útvonal elemei		k tényező	Max. haladási sebesség (m/s)	max. spec. áramlás fő/s/m
rámpa, közlekedő, ajtó		1,4	1,21	1,26
lépcső				
fokmagasság (cm)	fokszélesség (cm)			
15	30	1,22	1,05	1,14
16	30	1,18	1,02	1,1
17	28	1,01	0,96	1,03
20	23	0,94	0,82	0,88

16. ábra Menekülési útvonalhoz tartozó értékek I.

### Specifikus áramlás

A specifikus áramlás egységnyi effektív szélességen, egységnyi idő alatt egy bizonyos ponton áthaladva. A specifikus áramlás kifejezhető a sebesség és a személy sűrűség szorzataként fő/s/m<sup>2</sup>.  $F_s = S \cdot D$



17. ábra Specifikus áramlás a sűrűség függvényében

A specifikus áramlás és a sűrűség viszonyát a 17. ábra szemlélteti. A maximális specifikus áramlási értékek 0,175 fős/m<sup>2</sup> sűrűségnél alakul ki.

### Számított áramlás

A számított áramlás a specifikus áramlás és az effektív szélesség szorzataként határozzuk meg.

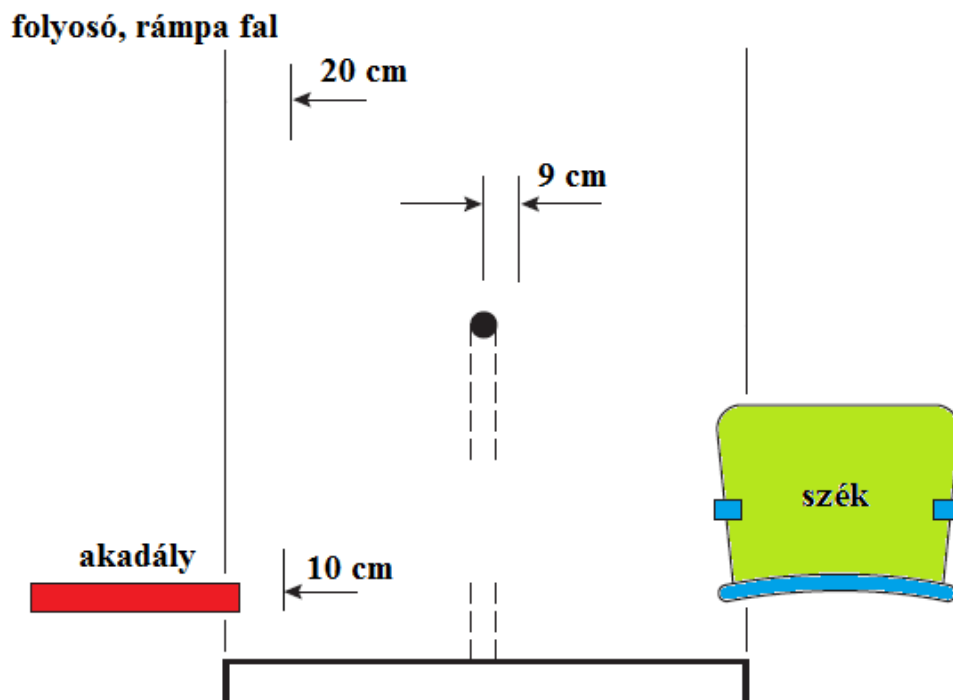
$$F_{sz} = F_s \cdot W_{eff}$$

### Effektív szélesség

A kiürítési útvonal teljes szélességét nem használjuk ki, hiszen távolságot tartunk a faltól különböző akadályoktól - 18. ábra -, valamint a beépített építészeti elemektől – fogózkodók, kapaszkodók – amik csökkentik a közlekedők teljes szélességét (19. ábra). Természetesen a lehetséges tömegre történő tervezés során kerülni kell az élesen kiálló sarkokat, törekedni kell a negatív sarkok elkerülésére (személy beszorulás). Az épületekben nagy csarnok auláknál a kerekített tartó oszlopok adott esetben a tömeg nyomás csökkentését is lehetővé teszik.

út elemek	távolság (cm)
lépcső fal	15
kapaszkodó, korlát	9
színház, mozi, stadion szék	0
folyosó, rámpa fal	20
akadályok	10
széles terek (passzázs, előcsarnok stb.)	46
ajtó, kapu	15

18. ábra Távolságok az útelemektől



19. ábra Tervezési távolságok

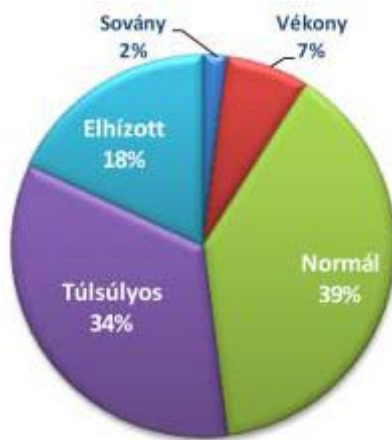
## Áthaladási idő

A létszám és a specifikus áramlás ismeretében meghatározható az áthaladási idő, amely a kettő érték hányadosa.

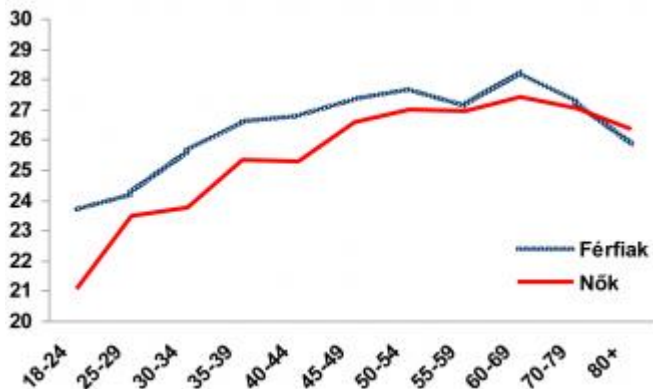
$$t_a = P/F_c$$

## Magyarországi adatok elemzése

A 20. ábrán látható, hogy a felnőtt lakosság fele túlsúlyos vagy elhízott [10]. Az egyes korcsoportok átlagos BMI<sup>2</sup> értékeinek alakulását a 21. ábra szemlélteti.



20. ábra Lakosság BMI érték szerinti %-os eloszlása



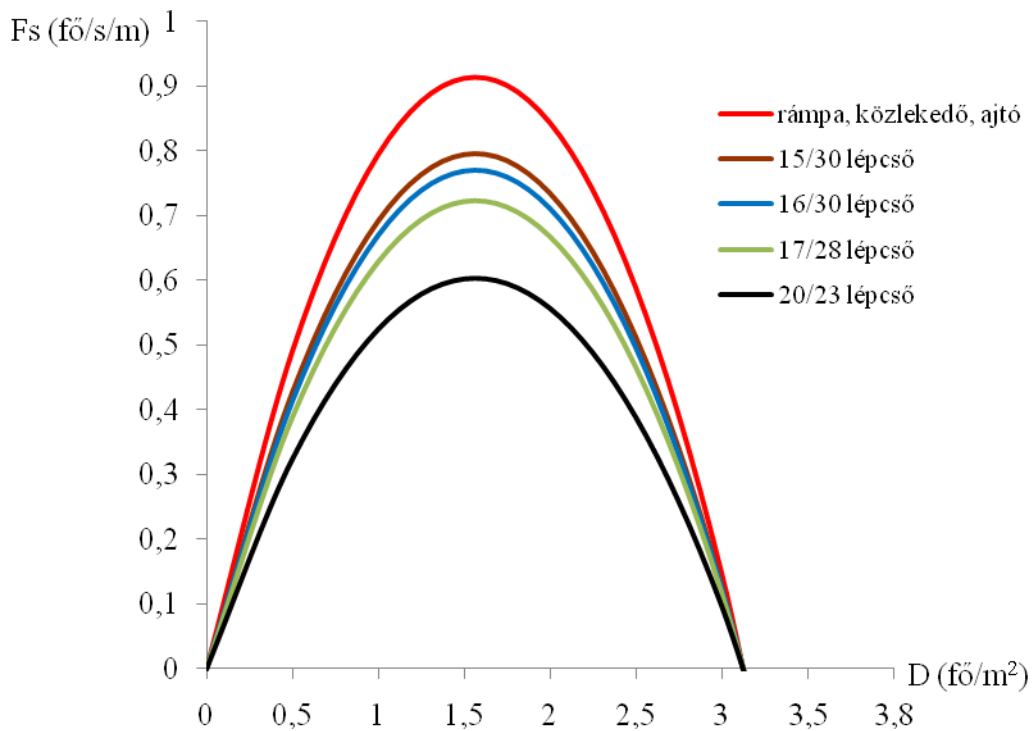
21. ábra BMI átlagértékek

Az adatok egyértelműen mutatják, hogy a BMI értékek a kor előrehaladtával növekednek, majd 70 éves kortól látható látványos csökkenés, ami az elhízottak korai elhalálása eredményez. A 21. ábrán látható, hogy a nők egészségtudatossága jobb, mint a férfiaké, ennek következtében a BMI érték kb. 55 életév körül éri el a férfiak értékét. A testtömegindex alapján [11] soványnak tekinthető az, akinek a BMI értéke 18,5 alatti normál értékűnek, ha a BMI 18,5-25 közötti, túlsúlyosnak akinek legalább 25,1 a BMI értéke, de nem éri el a 30-at.

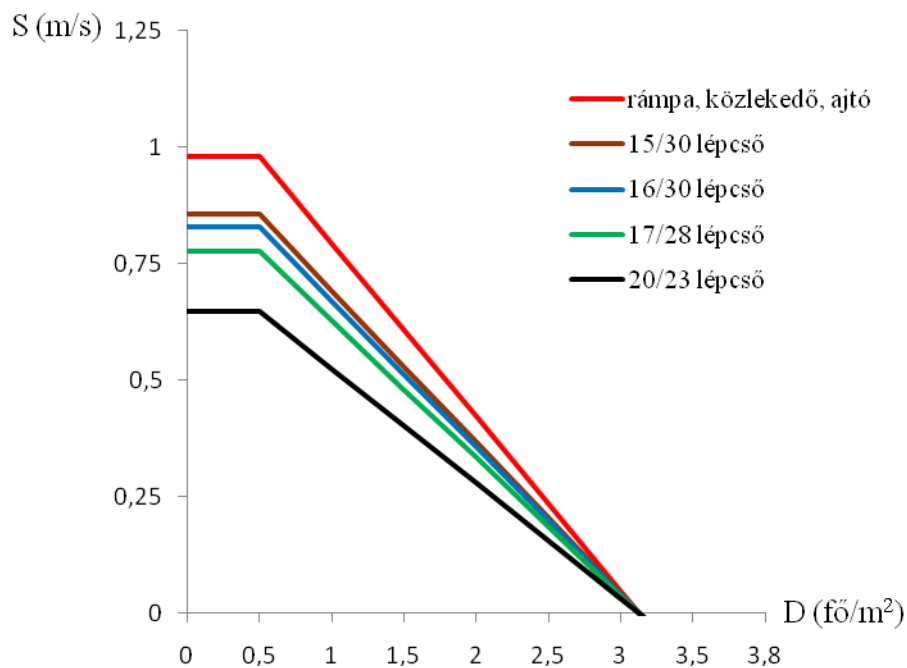
<sup>2</sup> Body Mass Index (BMI) testtömegindex meghatározása [kg/m<sup>2</sup>]: testtömeg [kg] osztva a testmagasság [m] négyzetével.

Akinek a BMI értéke 30,1-40 közötti elhízottnak tekinthető, az a felettiék extrém elhízottnak. A WHO felmérése [12] is igazolja, hogy a magyarországi férfiak 41%-a túlsúlyos 17,1%-a elhízott a nők 31,3 %-a túlsúlyos 18,2%-a elhízott.

A 20%-os testsúly tömegnövekedés hatását a 22. és 23. ábrák szemléltetik.



22. ábra A specifikus áramlás a sűrűség függvényében



23. ábra Haladási sebesség a sűrűség függvényében

Menekülési útvonal elemei		k tényező	Max. haladási sebesség (m/s)	max. spec. áramlás fő/s/m
rámpa, közlekedő, ajtó		1,4	0,98	0,91
lépcső				
fokmagasság (cm)	fokszélesség (cm)			
15	30	1,22	0,85	0,79
16	30	1,18	0,82	0,77
17	28	1,01	0,77	0,72
20	23	0,92	0,64	0,60

24. ábra Menekülési útvonalhoz tartozó értékek II.

A 20%-os testsúlytömeg növekedés következtében beálló változásokat a 24. ábrában foglaltam össze a maximális specifikus áramlási értékhez tartozó sűrűség érték az  $1,9 \text{ fő/m}^2$ -ről lecsökkent  $1,6 \text{ fő/m}^2$  értékre - 22. ábra - a maximális specifikus áramlás  $3,8$ -ról  $3,2 \text{ fő/s/m}$ -re (23. ábra).

A magyar tűzvédelmi szabályozás  $1 \text{ m}^2/\text{fő}$ -re jutó alapterület alatt is vízszintesen  $0,26 \text{ m/s}$  lépcsőn lefelé  $0,18 \text{ m/s}$  lépcsőn felfelé  $0,13 \text{ m/s}$  haladási sebességet rendel. A diagrammokról megállapítható, hogy vízszintesen  $2,4 \text{ fő/m}^2$  sűrűségtől a lépcsőknél  $2,7 \text{ fő/m}^2$ -től a számításához rendelt haladási sebesség érték nem megfelelő. Fialatok által látogatott rendezvényeknél ez az érték vízszintesen  $3 \text{ fő/m}^2$  sűrűségtől a lépcsőknél  $3,4 \text{ fő/m}^2$ -től szintén nem megfelelő.

## Összefoglalás

A tervezés során figyelembe kell venni, hogy a lépcsőre történő bebocsátás, a közlekedő szűkítése, egyesítése során a személyek sűrűsége  $2,5 \text{ fő/m}^2$  érték fölé ne kerüljön.

Az épületen belüli tömeg dinamikát ezenfelül befolyásolja a tömegmozgás iránya (egyirányú, szembe áramlás) rendezettsége építészeti kialakítások (közlekedők kereszteződése, szűkülése) a külső környezeti feltételek, biztonsági személyzet képzettsége és nem utolsósorban a tudatos és előre elkészített forgatókönyvek bizonyos vészhelyzetek megoldására, kezelésére. A személyek információval történő ellátása – lépcsőházban is hangfal létesítés – elengedhetetlen a pánik elkerülése a tömeg mozgatása érdekében.

Az épületből kiáramló emberek elvezetését szolgáló utak, terek meglétét, vizsgálatát minden tömegrendezvény alkalmával vizsgálni szükséges, mivel a létszámra méretezett ajtókon kibocsátásra kerülő személyek az utcán torlódhatnak fel, akadályozva saját haladásukat, valamint a mentés során beavatkozó személyeket is.

Összefoglalva a tömeg katasztrófák bekövetkezése négy tényezőre vezethető vissza:

- nem megfelelő tervezés, szervezés,
- erős érzelmi állapotban lévő tömeg,
- tömeg mozgás irányításának, és ellenőrzésének hiánya,
- létesítményben előforduló magas kockázat (pl. gyors tűzterjedés, erős füstképződés), vagy létesítési hiányosság.

### Felhasznált irodalom

- [1] Joseph Gwilt: The Architecture of Marcus Vitruvius Pollio  
Priestley and Weale, London, 1826.
- [2] Edward T. Hall: The Hidden Dimension  
Bantam Doubleday Dell Publishing Group Inc. New York, 1966.
- [3] Dr. vitéz Nádudvari Kiss Lajos: Tűzrendészeti Építéstan  
Budapest, 1938.
- [4] Fruin, J.J.: Pedestrian Planning and Design, Metropolitan Association of Urban Designers  
and Environmental Planners  
New York, 1971
- [5] V. M. Predtechenskii and A. I. Milinskii: Planing for foot traffic flow in buildings  
Amerind Publishing Ltd., New Dehli 1978.
- [6] NFPA 101 Life Safety Code  
National Fire Protection Association, Quincy, 2006. A.7.3.4.1.1(b) ábra
- [7] BS 9999:2008 Code of practice for fire safety in the design, management and use of  
buildings  
British Standards Institution, London, 2008.
- [8] Farkas Illés, Dirk Helbing, Vicsek Tamás: A menekülési pánik dinamikai  
tulajdonságainak szimulációja  
Fizikai Szemle L. évfolyam 10. szám 329-332 oldal
- [9] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. Section 3 Chapter 14 Harold E. “Bud”  
Nelson and Frederick W. Mowrer: Emergency Movement  
National Fire Protection Association, Inc. Quincy, Massachusetts, 3rd edition, 2002.
- [10] Egészség-szegmentáció kutatás  
Szonda Ipsos, 2007.
- [11] Bozóné Kegyes Réka – Lelovics Zsuzsanna: Dietetika protokoll a kardiovaszkuláris  
szekunder prevencióban  
MDOSZ, Budapest, 2009.
- [12] [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0010/74746/E90711.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/74746/E90711.pdf)  
letöltés időpontja: 2010.10.12.

### Képek Jegyzéke

1. ábra <http://www.spiegel.de/fotostrecke/fotostrecke-57501-6.html>  
letöltés időpontja: 2010.08.15.
2. 5. 6. 7. 9. 10. 11. 13. 14. 16. 17. 18. 19. 22. 23. 24. ábrák a szerző által készítettek
3. ábra [http://rkk.bmf.hu/dti/letoltesek/tervezeselmelet/seg\\_10\\_szeriazas\\_v2.pdf](http://rkk.bmf.hu/dti/letoltesek/tervezeselmelet/seg_10_szeriazas_v2.pdf)  
letöltés időpontja: 2010.07.04.
4. ábra <http://www.hardgainersguide.com/are-you-a-hard-gainer/>  
letöltés időpontja: 2010.09.04.
8. ábra NFPA 101 Life Safety Code  
National Fire Protection Association, Quincy, 2006. A.7.3.4.1.1(b) ábra
12. ábra <http://www.metro.co.uk/news/848070-cambodian-stampede-at-water-festival-leaves-378-dead>  
letöltés időpontja: 2010.12.02.
15. ábra <http://www.bnet.com/blog/advertising-business/advertisers-abandon-fox-soccer-channel-host-after-he-blames-liverpool-supporters-for-96-deaths-in-stadium-crush/1520>  
letöltés időpontja: 2009.05.04.



20. 21. ábrák Egészség-szegmentáció kutatás, Szonda Ipsos, 2007.