

KIÜRÍTÉS TERVEZÉS SZÁMÍTÓGÉPES SEGÍTSÉGGEL

**A KIÜRÍTÉS ÉS KIÜRÍTHETŐSÉG TERVEZÉSE, SZÁMÍTÁSOK
ELLENŐRZÉSI LEHETŐSÉGEI SZIMULÁCIÓS PROGRAMMAL –
LEHETŐSÉGEK, ÖTLETEK ÉS KORLÁTOK**

Veresné Rauscher Judit
okl. építészmérnök
tűzvédelmi tervező szakmérnök hallgató

BEVEZETÉS

A világunkat átölelő technikai rendszerek (közgazdasági, társadalmi, környezeti, ipari, biológiai, információs stb.) 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 modellté, 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 mérnöki megközelítésű tűzvédelmi tervezés során a kiürítés megfelelősége a folyamatosan fejlődő programok segítségével modellezéssel is igazolható.

Ugyanakkor a modell megalkotása már megfelelő kiürítéssel kapcsolatos szakmai felkészültséget igényel.



Kiürítés tervezési irányelvek – jogszabályi háttér

1. Leíró jellegű szabályok betartása

- kutatások és tapasztalatok alapján;
- vizsgált jellemzők:
 - kijáratok száma, menekülési útvonalak szélessége és hossza;
 - kiürítés maximált időtartalma;
 - intézkedések a kiürítési útvonalak elérhetőségére;
- megadott sebesség és kiürítési idő országonként változó;
- jelentős biztonsági tartalék.

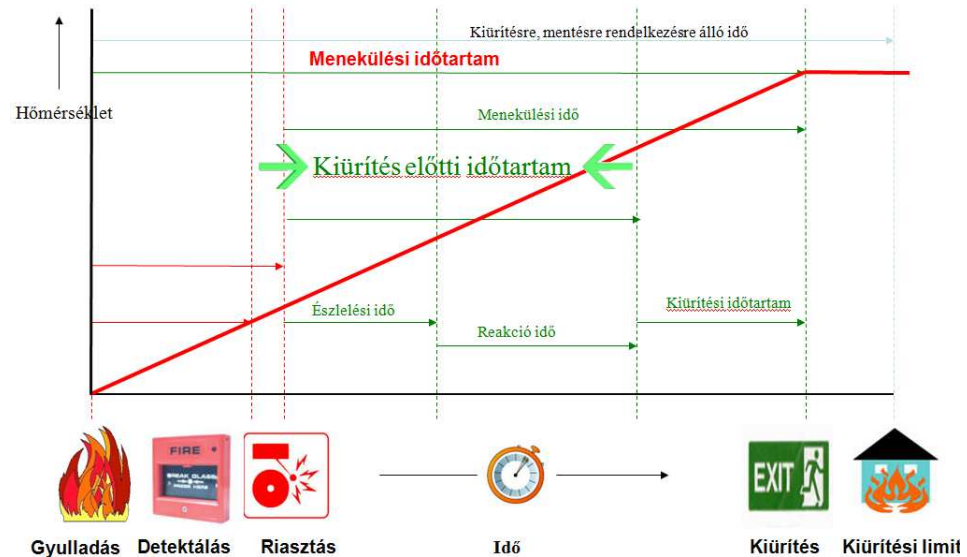
Az 28/2011 (IX.6.) BM rendelet - OTSZ - ötödik rész XXVIII. fejezete a kiürítés számítás menetét és a megengedett időtartamokat a 22. melléklet 1. táblázata határozza meg.

Mind az OTSZ, mind a 30/1996 (XII.6.) BM rendelet a tűzvédelmi szabályzat készítéséről lehetővé teszi **a kiürítés számítás helyett az azzal egyenértékű módon igazolt bizonyítását.**



2. A másik lehetőség a mérnöki megközelítés, amelynek alapja a kiürítésre rendelkezésre álló idő és a meneküléshez szükséges idő összehasonlítása.

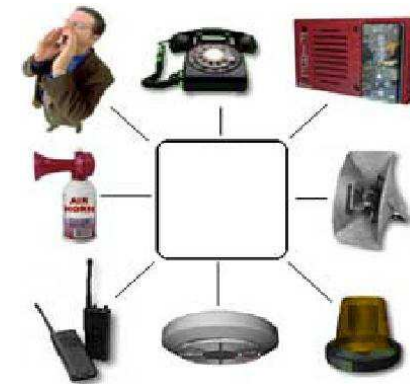
A rendelkezésre álló idő meghatározása történhet leíró jelleggel (manuális számítás vagy előírt feltételezett idővel), azonban a valósághoz jobban közelítő megoldás a tűz-szimuláció alkalmazása.



A meneküléshez szükséges tényleges idő több részből tevődik össze:

- a detektálási idő;
- a riasztási idő;
- kiürítés előtti időtartam (pre-movement time);
- kiürítési időtartam (travel time).

Ezen idők egy része meghatározható pontosan, másik része azonban inkább csak becsülhető a korábbi tapasztalatok és vizsgálatok alapján.



A két érték különbsége a biztonság fokát is megmutatja, mert a tervezés és a valóság közötti tartalékot képez a nehezen jósolható részletek miatt.

Kiürítés előtti időtartam (pre-movement time)

Az egyik legfontosabb kérdés a nyugat-európai és az észak-amerikai építészeti tűzvédelemi kutatásaiban a menekülést befolyásoló tényezők összekapcsolása a személyek reakciójával és az épületből történő távozás előtti tevékenységükkel kapcsolatos kérdések vizsgálata.

- észlelési idő;
- információ keresés;
- emberi kötődés;
- önzetlen viselkedés vagy pánik;
- megelőző tevékenység;
- személyek szerepe;
- előkészítő tevékenység;
- tüzet kísérő jelenségek.

a kiürítés előtti időtartam számszerűsítése angliai előírásokban



a kiürítés előtti időtartam számszerűsítése jellemzően csak bizonytalan becsléseken és korábbi tapasztalatok és tűzvédelmi gyakorlatok megfigyelésén alapulnak

Rendeltetés/Riasztás	Riasztás 1 típus (min)	Riasztás 2 típus (min)	Riasztás 3 típus (min)
iroda, gazdasági és ipari épületek, iskola, főiskola, egyetem ¹	< 1	3	> 4
üzlet, múzeum, sport centrumok, tömegtartózkodású, nagy forgalmú épületek ²	< 2	3	> 6
többszintes, közép- és magas lakóépület ³	< 2	4	> 5
hotelek, panziók, szállás jellegű épületek	< 2	4	> 6
kórház, idősek otthona ⁴	< 3	5	> 8

Kiürítési időtartam (travel time)

- a biztonságos terület vagy kijárat irányába történő mozgás időszaka;
 - a biztonságos tér irányába történő tényleges mozgási idő
 - a kijáratoknál a torlódások miatti várakozási idő
 - a kijáratokon történő áthaladási idő.

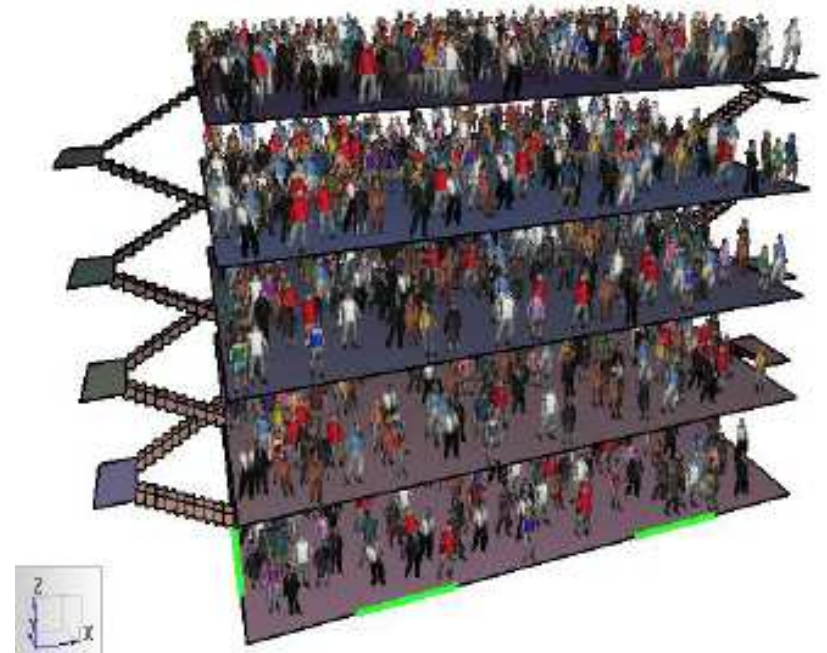


A leíró jellegű szabályok jellemzően a kiürítéshez szükséges időből csak a tényleges kiürítési időtartamot határozzák meg, azaz ennek során a fizikai kiüríthetőség idejét vizsgáljuk!

Az OTSZ-ben meghatározott kiürítési számítási metódus és előírt időtartamok szintén a fizikai kiüríthetőséget vizsgálják és nem a teljes meneküléshez szükséges időtartamot!

A számítógépes segítség ...

- ... lehetőség a kiürítés komplex vizsgálatához
- először csak a kézi számítások egyszerűsítése;
- a hidraulikus áramlási modellek;
- mozgási és viselkedési modellek.



A modellezés célja lehet ...

- optimalizálás
- szimuláció
- kockázat elemzés

← az OTSZ feltételezi az optimális állapotot

← a mérnöki szemléletű kiürítés tervezés ezek pontosítására és visszahatásainak vizsgálatára szolgál

A modellező program választás szempontjai

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.

1. Milyen dokumentáció áll rendelkezésre?

← algoritmusok ismerete és az alkalmazás korlátai

2. Milyen épületre használható?

3. Milyen a modellezési módszer?

- mozgási modell;
- viselkedési modell;
- részleges viselkedési modell.

← a piacon mindegyik típus megtalálható

4. A program rendelkezik-e validációval?

5. A program milyen módon elérhető?

← folyamatos fejlesztés és folyamatos vizsgálat zajlik

6. A tűz hatásait figyelembe veszi?

← a tűz hatásai befolyásolják a kiürítés menetét a környezeti feltételek romlása miatt

7. Az adatbevitel és a megjelenítés módja milyen?

Modellező programok összehasonlítása – ECSC DIFISEK + projekt (2010)

Modell	Ország	Kód	Rövid leírás
AEA EGRESS	USA	112	A kiürítési folyamat vizsgálata.
ALLSAFE	Norvégia	113	Kiürítési modell emberi tényezőkkel.
ASERI	Németország	114	Bonyolult geometriájú épületekben az emberi mozgás és a füst és tűz terjedésének modellje.
BGRAF	USA	115	Vészkijárat modellek, melyek az emberi döntések sztochasztikus modelljét alkalmazzák.
EESCAPE	Ausztrália	116	Többszintes épületek lépcsőn keresztüli evakuálásának modellje.
EGRESS	UK	117	Összetett geometriai szemléltető kiürítési modell.
EGRESSPRO	Ausztrália	118	Tűzoltó berendezések, tűzérzékelők és aktiválásának kiürítési modellje.
ELVAC	USA	119	Többszintes épület liften keresztüli evakuálásának modellje.
EVACNET	USA	120	Modell az kiürítés optimális tervezéséhez .
EVACS	Japán	121	Evakuálási modell az optimális tervezés meghatározásához.
EXIT89	USA	122	Magas épületek evakuálása.
EXITT	USA	123	Csomóponti és íves kiürítési modell, az emberi viselkedéstényezőkkel.
EXODUS	UK	124	Evakuálási program a biztonságtechnikához.
GRIDFLOW	UK	125	Szimuláció többszintes épület minden emeletének kiürítéséhez és az épület teljes kiürítéséhez szükséges idő meghatározására.
PATHFINDER	USA	126	Kiürítési modell.
PEDROUTE	UK	127	Gyalogos szimulációs modell.
SEVE_P	Franciaország	128	Torlódásokkal ellátott grafikus kiürítési modell.
SIMULEX	UK	129	Koordináta alapú kiürítési modell.
STEPS	UK	130	3D-s szimulációs modell a torlódásos mozgásokhoz.
WAYOUT	Ausztrália	131	FireWind programcsomaghoz kiürítési modell.

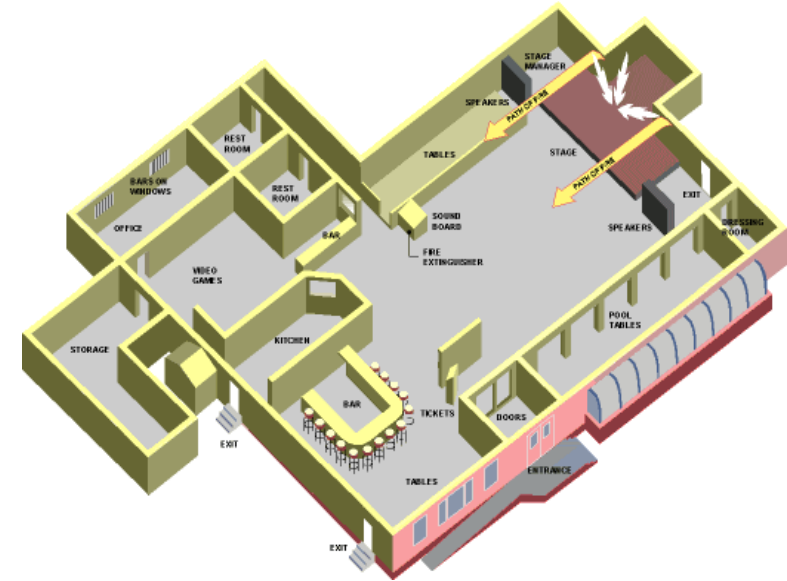
Modellező programok tulajdonságainak összehasonlítása – NIST (2010)

	szempont	Pathfinder 2009	FDS+Evac	building Exodus	ASERI	Legion
1	dokumentáció	van	részleges	oktatás	van	van
2	épület típus	minden	csak egyszerűbb geometria	minden	minden	minden
3	modellezés	részleges viselkedés	részleges viselkedés	viselkedés	viselkedés	viselkedés
4	validáció	norma, más modellek, irodalom i adat, tapasztalat	más modellek, irodalom i adat, tapasztalat	más modellek, irodalom i adat, tapasztalat, harmadik fél	irodalom i adat, tapasztalat	más modellek, irodalom i adat, tapasztalat, harmadik fél
5	elérhetőség	igen	igen	igen	igen	igen
6	viselkedés	közvetett viselkedés	feltételes és közvetett viselkedés, valószínűség	feltételes viselkedés, valószínűség	feltételes viselkedés, valószínűség	mesterséges intelligencia és valószínűség
7	tűzhatás	nem	igen	igen	igen	
8	mozgás	sűrűség, interperszonális távolság	interperszonális távolság	cella befogadó képesség és szabad állapot	interperszonális távolság	interperszonális távolság, feltételes
9	CAD	igen	részben	igen	igen	igen
10	megjelenítés	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D	2D, 3D

Modellezés kiinduló adatai

A modellezés során többféle kiinduló adat bevitele szükséges, amelyek programonként változók lehetnek.

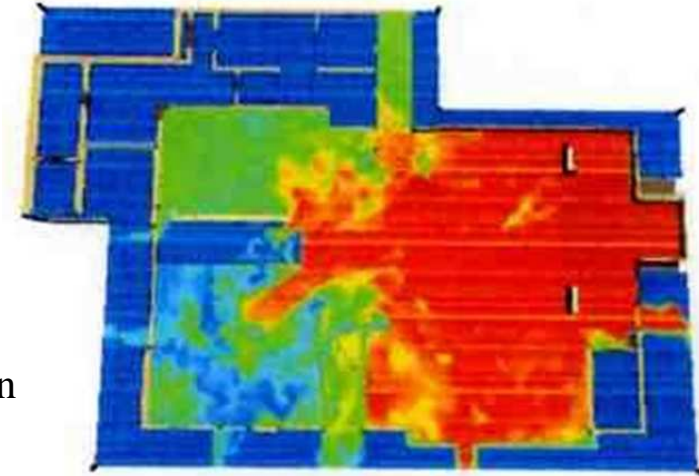
GEOMETRIAI ADATOK – a kiürítés keretei



A SZEMÉLYEK ADATAI

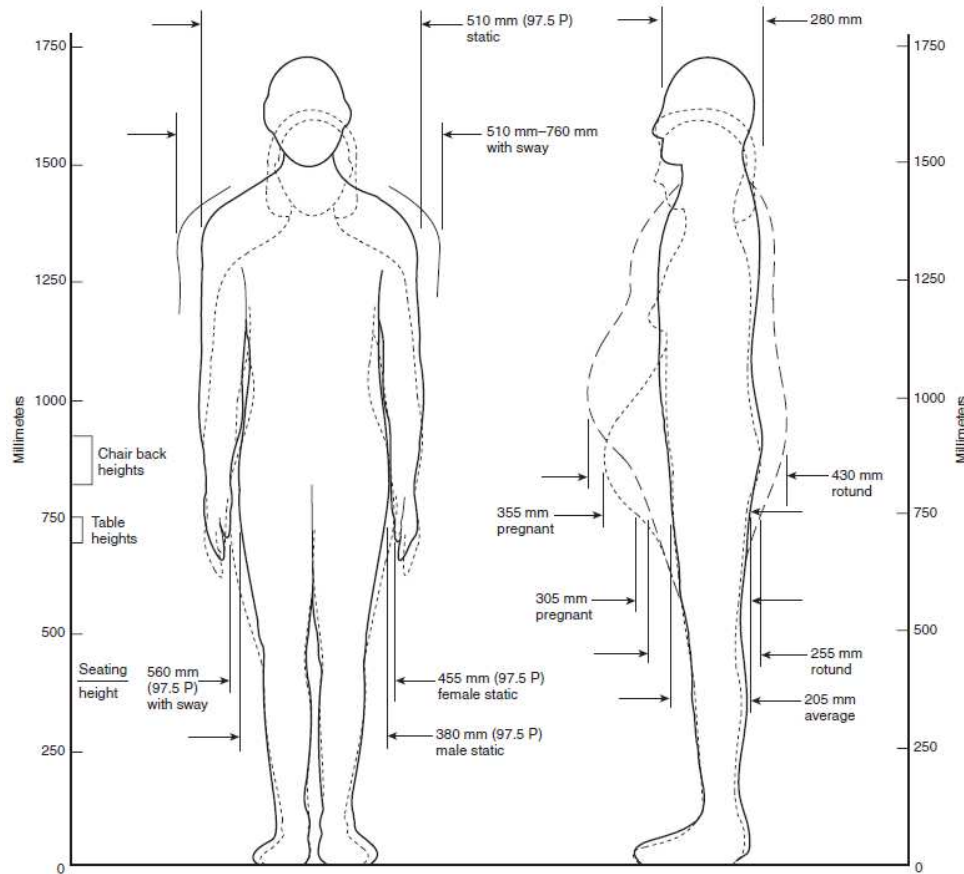
- a személyek méretei és a haladási sebességük
- viselkedési jellemzők

A TŰZHATÁS ADATAI – hő, füst, toxicitás az idő függvényében



SZEMÉLYEK MÉRETE

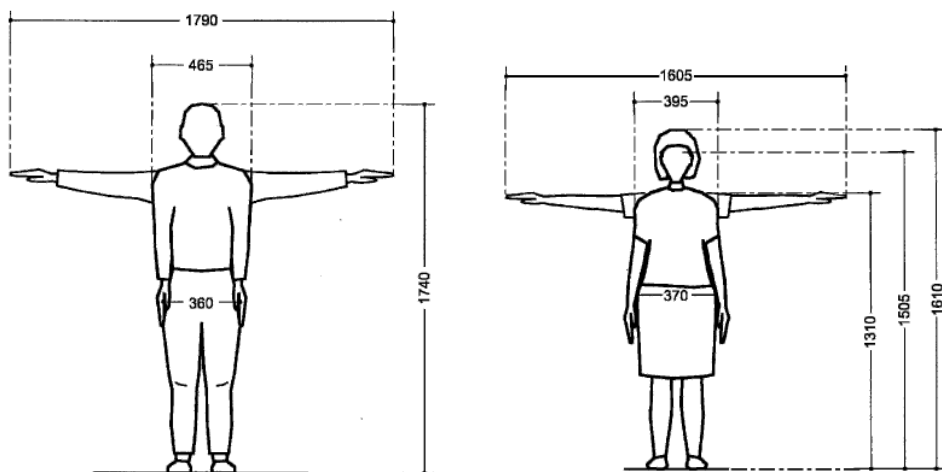
A kiürítés modellezés egyik sarkalatos pontja a menekülő személyek méreteinek reális meghatározása, amely a tudományos adatokon kívül figyelembe veszi a kiürítendő létesítményre jellemző tulajdonságokat is.



- tudományos felmérések és tanulmányok;
- magyarországi mérések nem állnak rendelkezésre
- a nemzetközileg is elfogadott és használt antropológiai mérések;
- a különböző szakirodalmak és cikkek nagyjából azonos méretekről szólnak.

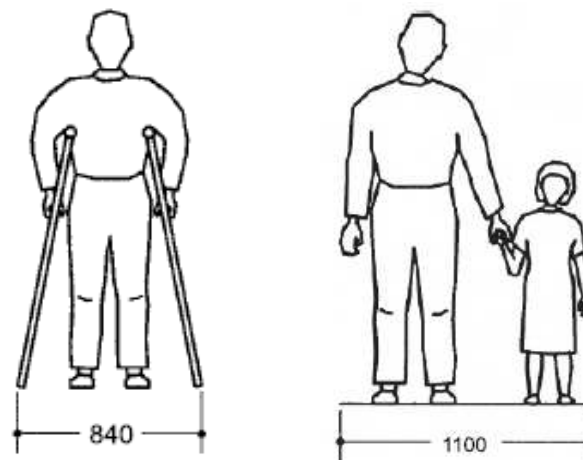


adott modellezési feladatnál kell eldönteni, hogy milyen mértékben és pontossággal érdemes dolgozni

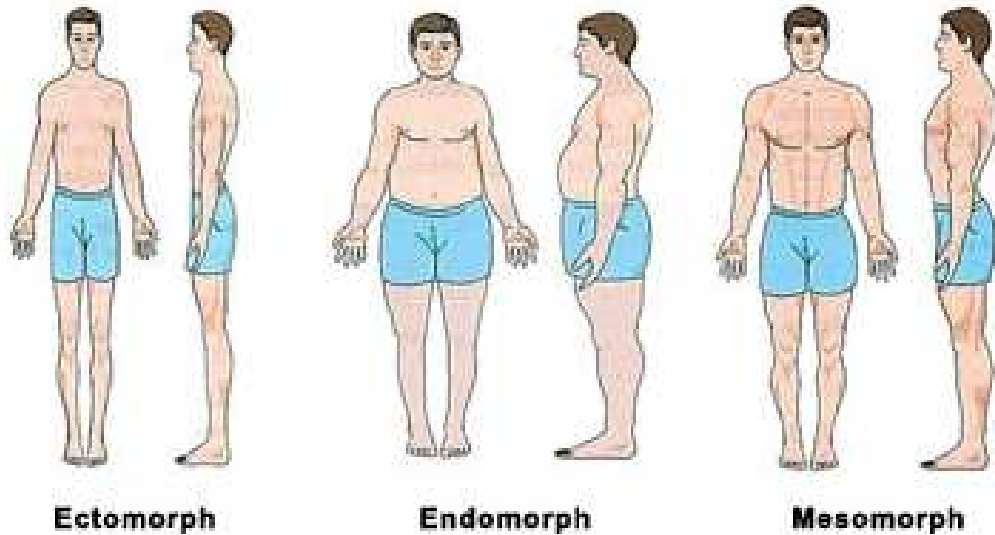


Metric Handbook – angol mérések alapján
 férfiaknál 465 mm és nőknél 395 mm
 vállszélesség

személyek	vállszélesség (m)
nyári ruházatban	0,51
átmeneti időszaki ruházatban	0,53
téli ruházatban	0,54
könnyű csomaggal a kézben	0,75
járás járóbottal	0,75
gyerek a kézben	0,8
nagyobb táska a kézben	0,8
járás mankóval	0,84
elektromos kerekesszék	0,5-0,67
járókeret	0,58-0,64
kerekesszék	0,76
csomagok a kezekben	0,9-1,1



SZEMÉLYEK TESTALKATA



Az embereket az antropometria alapvetően három fő csoportba sorolja: ektomorf, endomorf és mezomorf csoportba (létezik átmenet és keveredés is).

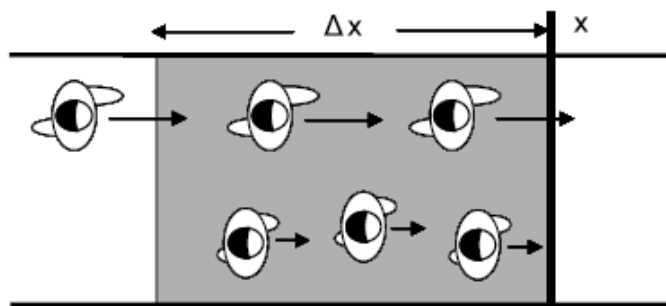
	Ektomorf	Endomorf	Mezomorf
Jellemző vonások	kis és törékeny csontozat, kis fej, vállak, hosszú, lapos törzs, vékony test, hízási nehézségek	nagy fej, rövid nyak, vaskos törzs, hordó alakú mellkas, rövid végtagok, sok zsírszövet	Erős, sportos, homokóra/téglalap alakú test, jól definiált formák, keskeny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

SZEMÉLYEK SEBESSÉGE

A kiürítés modellezés másik sarkalatos pontja a menekülő személyek mozgási sebességének reális meghatározása, amely a tudományos adatokon kívül figyelembe veszi a kiürítendő létesítményre jellemző tulajdonságokat is.

1 főre jutó alapterület t (m ²)	vízszintes haladási sebesség (m/s)	haladás lépcsőn (m/s)	
		lefelé	felfelé
$x \leq 1$	0,27	0,17	0,13
$1 < x \leq 25$	0,5	0,33	0,25
$25 < x$	0,67	0,33	0,25

OTSZ szerinti haladási sebességek



követési távolság – fent OTSZ szerint,
lent szimulációs programok szerint

meghatározás	m/s
óvodás (4-6 év)	0,77
kisiskolás (7-12 év)	1,07
egészséges személy	1,26
minden fogyatékkal élő személy	0,71
mozgásszervi fogyatékossgal	0,57
mankóval	0,67
járóbottal	0,49
járókerettel	0,34
elektromos kerekesszékkal	0,89
kerekesszékkal	0,38
kerekesszék külső segítséggel	1,02
fogyatékos személy külső segítséggel	0,58

SZEMÉLYSŰRŰSÉG

- személyes tér - interperszonális távolság
- mozgási tér - lökdösődés



sűrűség személy/ m ²	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.

MELYIK PROGRAMOK HASZNÁLHATÓAK MAGYARORSZÁGON?

„Kérdés: A 464. § alapján a kiürítést az OKF által elfogadott számítógépes szimulációs programmal lehet ellenőrizni, mely alapján az OKF a kiürítési megoldást jóváhagyhatja. Melyek ezek a programok? Mi az eljárás módja?”



BM OKF kérdés – válasz
2011. október

„BM OKF: Ilyen például a Thunderhead Engineering Consultants Inc. által kifejlesztett Pathfinder elnevezésű szimulációs program. A bemutatott szimulációt az OKF ellenőrzi és ezt követően jóváhagyást ad ki. Ezt a jóváhagyást kérheti a HÖT az eljárása során.”



A program lehetőségei megfelelnek az OTSZ számítás kiinduló feltevéseinek:

- **optimális kiürítési feltételek**
- **tűz hatásainak figyelmen kívül hagyása**
- **befolyásoltság hatása nem szerepel**
- **általában nincs késletetés**

→ **kiüríthetőség vizsgálata**

Az eljárás menete – még kialakulóban van...

- előzetes egyeztetés – kiinduló adatok
- szimulációk bemutatása
- szimulációs elemzés leadása
- hatósági elbírálás

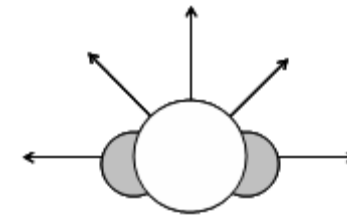


- egy személy alapú kiürítési szimulátor
- mozgási modell, közvetett viselkedések
- három modul - grafikus felhasználói felület, szimulátorból és 3D megjelenítő

program futtatása két fő módszerrel vezérelhető

- az SFPE - 'Society of Fire Protection Engineers' – áramlási modell, személysűrűség és ajtó keresztmetszet alapján

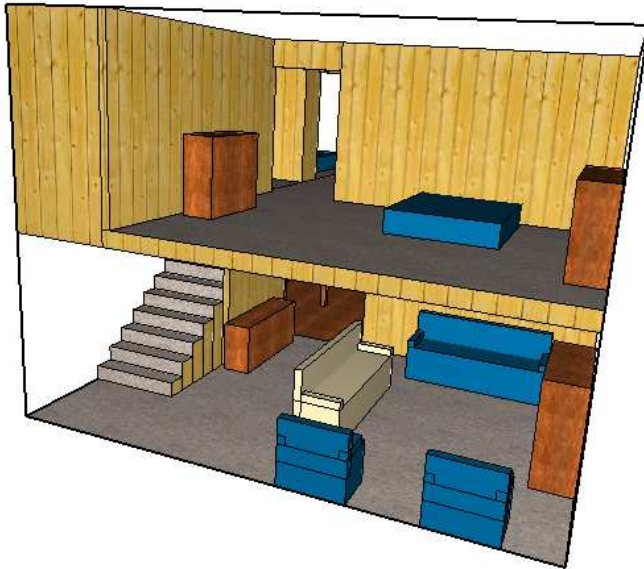
- kikerülési módszer - inverz kikerülési algoritmus, bonyolultabb mozgási formák



a program eredményei több módon validáltak, mind az európai mind az amerikai tudományos szervezetek vizsgálják:

- tudományos eredmények
- kiürítési gyakorlatok
- IMO test
- más kiürítési modellek eredményei

GEOMETRIAI ADATOK

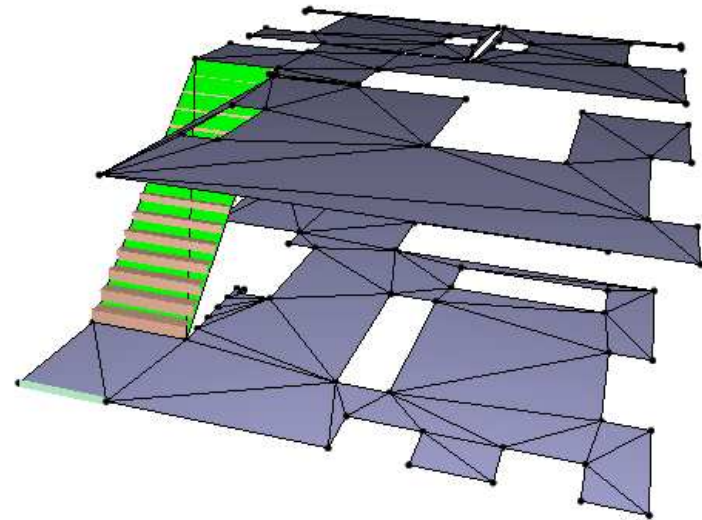


A modelltér alap elemei az alábbiak:
helyiség (*room*), lépcső/rámpa (*stair/ramp*),
ajtó (*door*) és kijárat (*exit*).

PONTOS FELMÉRÉSI TERV SZÜKSÉGES

A Pathfinder 3D geometriai modellt alkalmaz,
amin belül létrehoz egy navigációs hálót.

A navigációs háló egy speciális egyoldalúan
értelmezett síkfelület, amelyet a program feloszt
háromszögekre a számításhoz.



A SZEMÉLYEK ADATAI

a személyek vállszélességének és maximális sebességének bevitel: alapbeállítás vagy 3 pontosító beviteli módszer

← tudományos adatok, feladat függvényében



ez csak maximális sebesség, a program generálja a tényleges sebességet és gyorsulást-lassulást, a sűrűség és az interperszonális távolság alapján

a személyek megjelenítése: cilindres vagy élethű



pontos adatok vagy látványos megjelenítés

A SZEMÉLYEK ELHELYEZÉSE

a személyek elhelyezése:

- egyedi vagy csoportos
- egyedi tulajdonságokkal
- csoportban arányok megadása
- random vagy rendezett



a szimuláció korlátja az elhelyezhető személyek száma – a méret és a kívánt távolság határozza meg

KIJÁRATOK, IRÁNYVÁLASZTÁS, KORLÁTOK

-legrövidebb út választása vagy irányított választás?

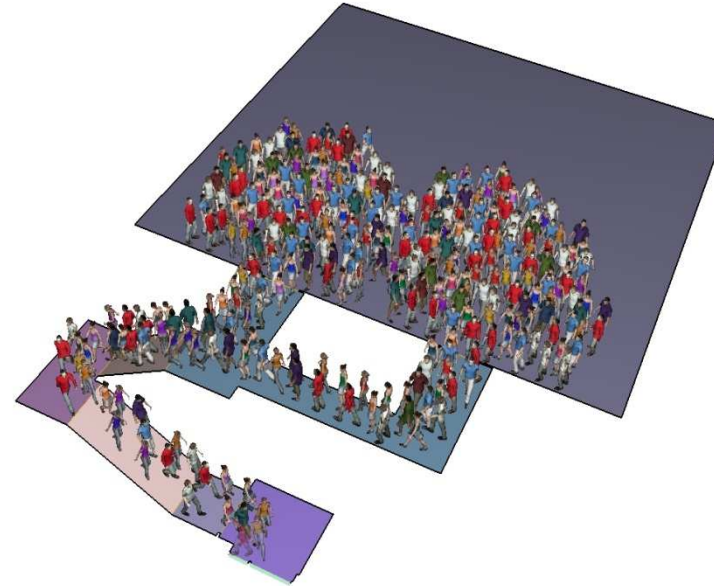
Exited: 188/500

- főbejárat nagyobb arányú használata?

- kijáratok elérhetősége?

- kijáratok jellemzői

- geometriai korlátok



PLUSZ LEHETŐSÉGEK

- késleltetési idő beállítása

- kijelölt várakozóhely kiképzése



OTSZ szerint nem előírás,
de pontosítja az elemzést

-bizonyos helyiség érintése

120.0

SZIMULÁCIÓ ISMÉTLÉSE

valószínűségek értelmezése miatt a biztonságos értékeléshez több helyzet szimulálása szükséges



pontos adatok vagy látványos megjelenítés

MIKOR LEHET INDOKOLT A SZIMULÁCIÓ HASZNÁLATA?

- épületek, külső terek általános vizsgálata, menekülési útvonalak ellenőrzése

- meglevő épületek, műemlékek átalakítása



létszám meghatározás

- rendezvények kiürítése, engedélyezése

- tömegtartózkodású vagy sok ember befogadására alkalmas épületek kiürítésének vizsgálata



menekülési útvonalon
szűkülés-bővülés,
szétáramlás vagy
összeáramlás hatásainak
vizsgálata

- a belső geometria hatása a kiürítés menetére

- menekülőliftek használata

- menekülési irányjelző rendszer optimalizálása

- szakaszos kiürítés vizsgálata



tűzriadó terv kialakítása

- tűzoltói beavatkozás és a kiürítés menete



van-e hatása a
menekülésre?

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 a kiegészítő ismeretekkel együtt adhat elfogadható eredményeket.



ÉS VÉGÜL NÉHÁNY VIDEO...





Bármilyen kérdés esetén szívesen állok rendelkezésükre:

KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

Veresné Rauscher Judit

tel.: 30-251-2812

email: flamella.kft@gmail.com