

# Menekülés vizsgálat a füstterjedés figyelembevételével

Mire jó a F.E.D (Fractional Effective Dose) és mi is az?

Épületek kiürítésének tervezését sokféleképpen el lehet végezni. Elkészíthetjük az OTSZ (Országos Tűzvédelmi Szabályzat 54/2014 (XII.5) előírásai szerint, amit a Tűzvédelmi Műszaki Irányelv (TvMI) határoz meg, továbbá egyedi módszerrel. Az egyedi módszer a legtöbb esetben számítógépes szimulációs vizsgálatot jelent. A számítógépes szimulációs vizsgálatok esetében is két különböző területet kell megkülönböztetnünk. A kiürítés megfelelőségének visszaellenőrzése normaidőn belül, illetve füstterjedés figyelembevételével meghatározott kiürítési időtartam.

Amikor megkeresik cégünket egy épület kiürítésének megtervezésével mindig minden esetben megvizsgáljuk melyik programot kell alkalmaznunk ahhoz, hogy a legszakszerűbben járjunk el.

A normaidőn belüli kiürítés visszaellenőrzésével bővebben nem foglalkoznék csak érintőleg, mivel a cikk célja a füstterjedés figyelembevételével történő kiürítési idő meghatározása, de azért pár szót mégis kell róla beszélni.

Normaidőn belüli kiürítés visszaellenőrzést irodaépületben, rakterületek és szórakozó helyek esetében érdemes használni. Ami az ilyen vizsgálatok esetében fontos az az, hogy egyszerre kell vizsgálni a tűzszakasz kiürítését. A tűzszakaszon belül adott helyiségekben tartózkodó emberek vagy embercsoportok nem indulhatnak

előbb, mint a tűzszakaszon belül tartózkodó további emberek. A megfelelő szimulációs vizsgálat elkészítésének a megfelelő embertípusok használata, továbbá a valós helyzetnek megfelelően megépített modell a feltétele. A megfelelő peremfeltételek alkalmazása tud valós eredményt nyújtani számunkra.

Mik is ezek a peremfeltételek:

## 1. Embertípusok esetében

- Férfi
- Nő
- Gyerek
- Idős
- Mozgáskorlátozott
- Adott esetben fekvőbeteg kísérő személyzettel
- Iftas személyek modellezése
- Biztonsági személyzet alkalmazása
- Személyzet modellezése a szimulációban

## 2. Modell paraméterek

- A 3-dimenziós ütközések figyelése
- Méreték és pontosság betartása
- Valós helyzetek figyelembevétele és a valós helyzetnek megfelelő modellépítés
- Mozgássérültek menekülésében a liftek alkalmazása
- Mozgássérültek esetében a védett terek alkalmazása

Első körben véleményem szerint mindenki, aki a cikket elkezdte olvasni a normaidőn belüli kiürítés visszaellenőrzésére irányuló szimulációs vizsgálatot egyszerűbbnek gondolhatja. Számukra csak azt

tudnám mondani, hogy csak egyszerűbb.

Amikor egy szimulációs vizsgálat készítésébe kezdünk, kiválasztásra kerül a program, amit alkalmazni szeretnénk. A program alkalmazás természetesen az adott feladattól függ. Így kerül eldöntésre, hogy az F.D.S-Evac programot használjuk, vagy az F.D.S és Pathfinder programok együttesét.

F.D.S-Evac program alkalmazása esetén egy programmal végzett komplex vizsgálatot lehet elkészíteni, amely vizsgálat során az emberekre a szimulációs vizsgálatban lévő füst és toxikus gázok hatást gyakorolnak.

Az F.D.S-Evac programmal közel 8 éve ismerkedtem meg és akkor hallottam először a F.E.D (Fractional Effective Dose)-ről.

Az alábbi esetekben lehet megfelelően alkalmazni az F.D.S-Evac programot.

- Garázs szimulációs vizsgálata
- Raktárcsarnok
- Gyártócsarnok
- Irodaépület
- Komplex, nagy egyszintes terület egységes kiürítési elrendezéssel
- Szabad terek (csak bizonyos esetekben)

## F.D.S-Evac Program rövid bemutatása:

Ez a program akárcsak a többi, a TvMI-ben megjelölt program validációval és vertifikációval is rendelkezik. A programot egy ember fejlesztette és sajnos a folyamatos fejlesztése elmaradt. De magát a programot úttörőnek kell tekinteni, mert már legalább 10 éve alkalmazzák szerte a világon. Ha a fejlesztése tovább

folyna, akkor füstterjedés figyelembevételével meghatározott vizsgálatok esetében csak ezt a programot javaslom alkalmazni. A program fejlesztésével már 4 éve leálltak, de a Pathfinder még mindig nem érte el azt a szintet, amit az F.D.S-Evac képvisel egy füstterjedés vizsgálatnál egybekötött kiürítés szimuláció esetében. Több összehasonlító vizsgálatot végeztem és a pánik modellezés esetén ugyanazokat az eredményeket hozza, mint a Pathfinder program, viszont füstterjedés vizsgálat esetében jelentős különbségek mutatkoznak a két program között.

A figyelmet felhívom a piros körökre. El is mondom, hogy miért. A programban mindenki ugyanolyan késleltetéssel indul, minden haladási sebesség azonos, minden lépcső és ajtó méret egyforma akkor viszont mi az oka annak, hogy még is ekkora a különbség? A válasz egyszerű. A füstben a F.D.S-Evac lecsökkentette az emberek haladási sebességét. A Pathfinder program nem csökkentette le az emberek haladási sebességét csak a pánik helyzetet szimulálta.

A kiürítés TVMI-ből a kiürítés folyamat ábra

kentette le az emberek haladási sebességét csak a pánik helyzetet szimulálta.

Szerencsére ezt a részt idén a legújabb frissítéssel megoldották, de ki

kell emelnem, kellett hozzá 4 év.

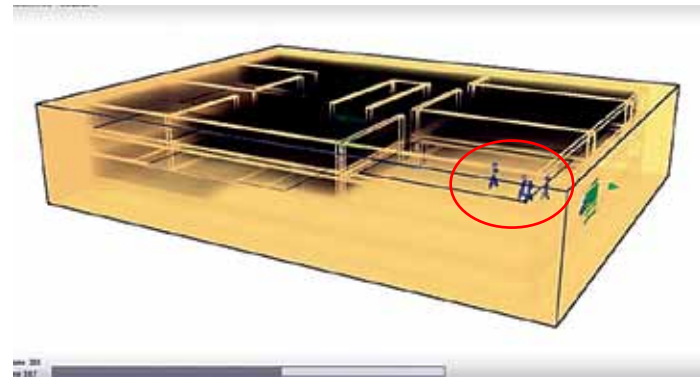
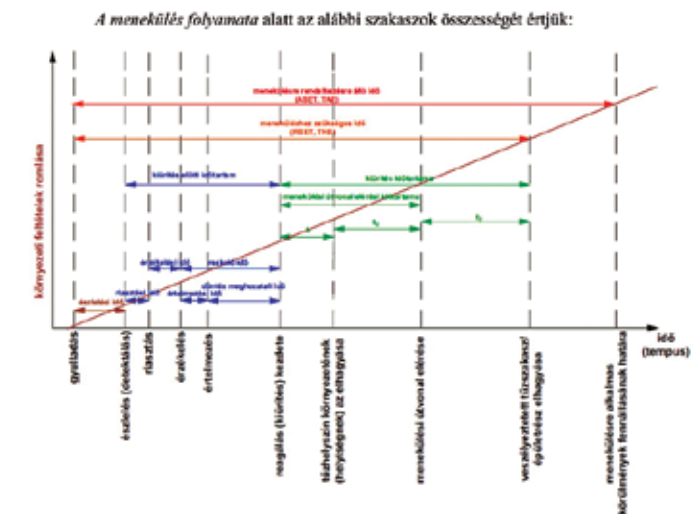
Most térjünk át a normaidő meghatározására füstterjedés figyelembevételével az F.D.S és Pathfinder programok együttesével.

Nézzük meg, hogy hogyan is lehet füstterjedés figyelembevételével meghatározni a kiürítési időt.

Első körben a Kiürítés TVMI-ből kell egy ábrát bemutatnom, amiből kiolvasható az ASET, avagy a menekülésre rendelkezésre állási idő.

A TvMI-ben még egy további fontos szabályt kell betartani: a látótávolság a menekülési útvonalakon 15 m alá nem csökkenhet.

Két szimulációs vizsgálatot kell elkészítenünk. Az első szimulációs vizsgálat a füst és tűzterjedés vizsgálat. Ebben a vizsgálatban a kiürítést leginkább hátrányosan befolyásoló tűzscenariókat futtatjuk le a rendeltetésnek megfelelően. A második szimulációs vizsgálatban elkészítjük a Pathfinder programmal a kiürítés modellt. A kiürítés modellben be kell állítani a késleltetéseket, és le kell futtatnunk a szimulációt. A Pathfinder programba betöljük a füstterjedés vizsgálat eredményét majd meghatározzuk, mely területeket zárja el a füst a menekülés során. Ez alapján adott időpillanatokban bezárjuk az ajtókat vagy elzárjuk a menekülési útvonalat és újrafuttatjuk a szimulációt. A kapott eredmény nem más, mint egy növelt kiürítési idő és egy megfelelő biztonsággal készített kiürítés vizsgálat, ami leginkább megfelel a valós helyzetnek.



Az F.D.S-Evac programban a menekülő emberek 56,7 sec-ban



A Pathfinder programban lévő menekülő emberek a 48,3 sec-ban

Számítógépes szimuláció

Számítógépes szimuláció



A füst szétterjedésének bemutatása egy sportcsarnok esetében

Lássuk, hogyan is néz ki ez a gyakorlatban!

Mi is látható itt a képen? Egy 3 dimenziós menekülés vizsgálatot bemutató modell, amit 2 dimenziós vizsgálati síkokkal elmesztettünk. A különböző színek különböző szektorokban elhelyezkedő embereket jelenítik meg. A szektorokon belül az ember típusok is beállításra kerülnek és így került megvizsgálásra az

épület kiürítésének megfelelősége. Minden emberre vizsgálatuk a F.E.D érték megfelelőségét továbbá azt is, hogy a pánikhelyzet kialakulásának van e esélye. Vizsgáltuk azt, hogy adott területeken mekkora a torlódás és hol alakulnak ki olyan területek, ahol az emberek huzamosabban várakozhatnak.

Miután az összes tényezőt figyelembe vettük és elkészítettük dokumentációnkat, az anyag engedélyezésre/jóváhagyásra bekerül

a BM OKF (Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság, továbbiakban Hatóság) részére. A Hatóság tüzetesen átvizsgálja a modellt és a beadott dokumentációt majd döntést hoz, hogy a kiürítési vizsgálat megfelelő-e.

**F.E.D Vajon mit is jelent és mit takar ez a három betű?** Erről a következő cikkben olvashatnak bővebben.

The Fractional Effective Dose index (FED), developed by Purser [40], is a commonly used measure of human incapacitation due to the combustion gases. The FED value is calculated as

$$FED_{tot} = (FED_{CO} + FED_{CN} + FED_{NO_x} + FLD_{irr}) \times HV_{CO_2} + FED_{O_2} \quad (16.21)$$

The fraction of an incapacitating dose of CO is calculated as

$$FED_{CO} = \int_0^t 2.764 \times 10^{-5} (C_{CO}(t))^{1.036} dt \quad (16.22)$$

where  $t$  is time in minutes and  $C_{CO}$  is the CO concentration (ppm). The fraction of an incapacitating dose of CN is calculated as

$$FED_{CN} = \int_0^t \left( \frac{1}{220} \exp\left(\frac{C_{CN}(t)}{43}\right) - 0.0045 \right) dt \quad (16.23)$$

where  $t$  is time in minutes and  $C_{CN}$  is the concentration (ppm) of HCN corrected for the protective effect of  $NO_2$ .  $C_{CN}$  is calculated as

$$C_{CN} = C_{HCN} - C_{NO_2} \quad (16.24)$$

The fraction of an incapacitating dose of  $NO_x$  is calculated as

$$FED_{NO_x} = \int_0^t \frac{C_{NO_x}(t)}{1500} dt \quad (16.25)$$

Az F.D.S user guidban található a F.E.D. Képlete.

(Ki kell emelni, hogy a program ezen része is validált és verifikált ami azt jelenti, hogy az eredményeket más programokkal és valós mérésekkel is visszaigazolták.)

## F.E.D Vajon mit is jelent és mit takar ez a három betű?

Ha azt szeretnénk megtudni, hogy a program hogyan is számolja ki a F.E.D értékét a lent található kiemelt képletet ajánlanám figyelmébe amelyet az F.D.S. User Guide-ből került ki másolásra

Első körben szeretném elosztani a tévhitet. Amennyiben szeretnénk mérni a F.E.D értékét akkor csak annyi feladatunk van, hogy beállítjuk azt és a kimeneti eredmények között meg is fogjuk találni. A program képes számolni a F.E.D értéket és egy tűz esetén megfelelő kimeneti információkat nyújt.

Amennyiben egyszerűbben szeretnénk megérteni miről is van szó a fenti képlet és a szakirodalomban való kutatást későbbre hagyjuk akkor összefoglalva a F.E.D az adott helyiségen belüli hőmérséklet/látótávolsági  $/CO_2/CO/O_2$  értékek együttese által kumulál

egyűthető, ami megmutatja, hogy az adott térrészen belül egy tűz esetén milyen esélyeink vannak a túlélésre.

Ha szeretnénk visszaellenőrizni azt, hogy a programban mi is történik egy tűzeset során akkor az ábrán található színeket kell figyelnünk, és az ott található skála jelöléseket. A nemzetközi szakirodalomban a 0,3-as határ az ameddig szimulációs vizsgálatban a menekülést engedélyezik. Ki kell emelni ez nem a halálos szint! Itt az irritációs szint első határát érjük el.

A saját tapasztalati elven alapuló vizsgálatok alapján a menekülés során mért minimális látótávolság 10 m-ben tudtam

előírások szerint amennyiben szimulációs vizsgálatban mérésre került a F.E.D értéke akkor a menekülési ideje alatt a látótávolság 5 m-ig csökkenhet.

**Összefoglalva** a fenti tapasztalatokat szakmailag csak támogatni tudom azt, hogy a F.E.D értéke minden egyes füstterjedés vizsgálatnál egybekötött kiürítés vizsgálat részélegyen. Hisz nem szabad visszafelé haladnunk, ha van előre és főleg akkor nem, ha van elég nemzetközi tapasztalat és szakirodalom, ami igazolja használatának és alkalmazásának jogosságát. A látótávolság sok mindent megmutat egy szimu-

FED Value Range	Estimated Population Range of Incapacitation	FDS-Smokeview Coloring
$0.0 < FED \leq 0.3$	$0.0 < \% \leq 11$	
$0.3 < FED \leq 1.0$	$11 < \% \leq 50$	
$1.0 < FED \leq 3.0$	$50 < \% \leq 89$	
$FED > 3.0$	$\% > 89$	

A F.E.D értéke és hatása adott Toxikus szint esetén

meghatározni. Ez egy eléggé nagy biztonsággal meghatározott érték a külföldi szakirodalomhoz képest is. A külföldi

lációs vizsgálat során, de azt, hogy milyen irritációs hatások érik a benntartózkodókat egy tűzeset során azt nem.