

IV. Évfolyam 2. szám - 2009. június

Veres György

Fővárosi Tűzoltóparancsnokság

veresgy@tuzoltosagbp.hu

Szilágyi Csaba

Szolnok Megyei Jogú Város Önkormányzatának

Hivatásos Tűzoltósága

tuzszolnok@chello.hu

TÖMEGTARTÓZKODÁSÚ ÉPÜLET KIÜRÍTÉSÉNEK VIZSGÁLATA II.

TÖMEGTARTÓZKODÁSÚ HELYISÉG (MOZITEREM) KIÜRÍTÉS- VIZSGÁLATA, SZÁMÍTÓGÉPES TŰZMODELLEZÉS SEGÍTSÉGÉVEL, A HŐMÉRSÉKLETVÁLTOZÁS FÜGGVÉNYÉBEN

Absztrakt

A tanulmány célja, hogy a tömegtartózkodású épületek kiürítését a mérnöki megközelítés szemszögéből elemezze. A kiürítés az I. fejezetben rögzítettek alapján elemzésre került a hatályos jogszabály szerint egy bevásárló központ mozi termére vonatkozólag. Ebben a cikkben a kiürítés mérnöki szemlélet szerint ismételt vizsgálatra kerül sor több tényező együttes jelenlétével. A több tényezős egymással szoros összefüggésben álló kritériumok számítógépes tűzmodellezési szoftver segítségével kerül értékelésre.

The aim of the study is to analyse the evacuation of mass-staying buildings from the engineer point of view. The evacuation analysed according to the operational regulations referring to the evacuation-calculation hall of a mall.

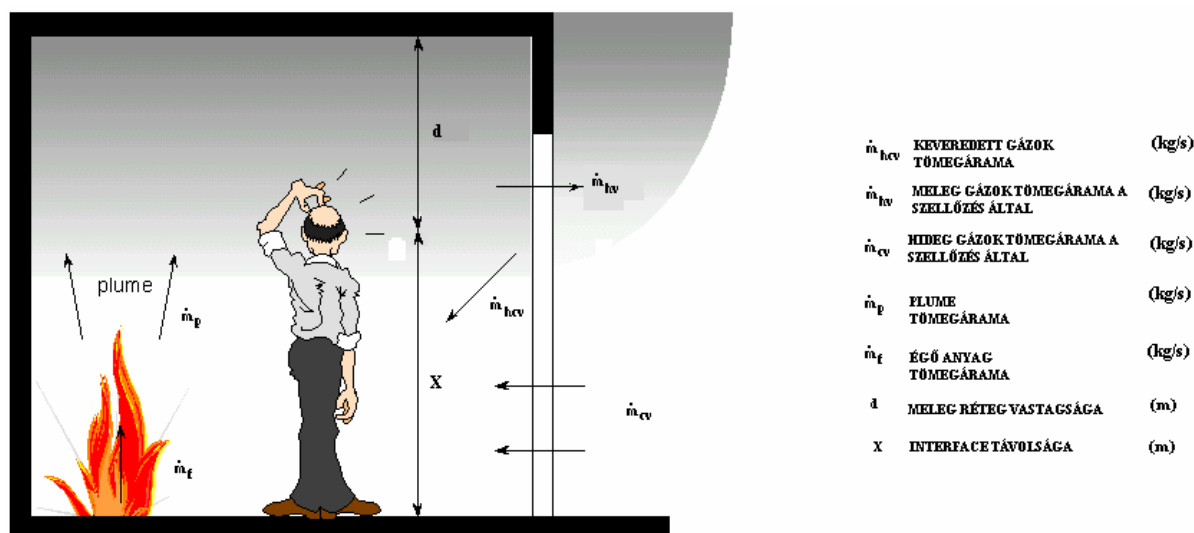
In this study the evacuation was examined according to engineer approach with presence of different factors. The many rided, interconnected criterions were evaluated by fire-modelling software.

Kulcsszavak: *tűz, tűzmodell, reakció idő, tűzdinamika szimulátor, modelltér, hőmérsékletváltozás ~ fire, fire model, reaction time, fire dynamics simulator, model area, temperature change.*

A kiürítés vizsgálata számítógépes tűzmodellezéssel

Az előző részben a kiürítés megfelelőségét a jogszabályi előírások szerint végeztem el. Azonban számítás során megállapítottam, hogy az empirikus képletek több tényezőt nem vesznek figyelembe:

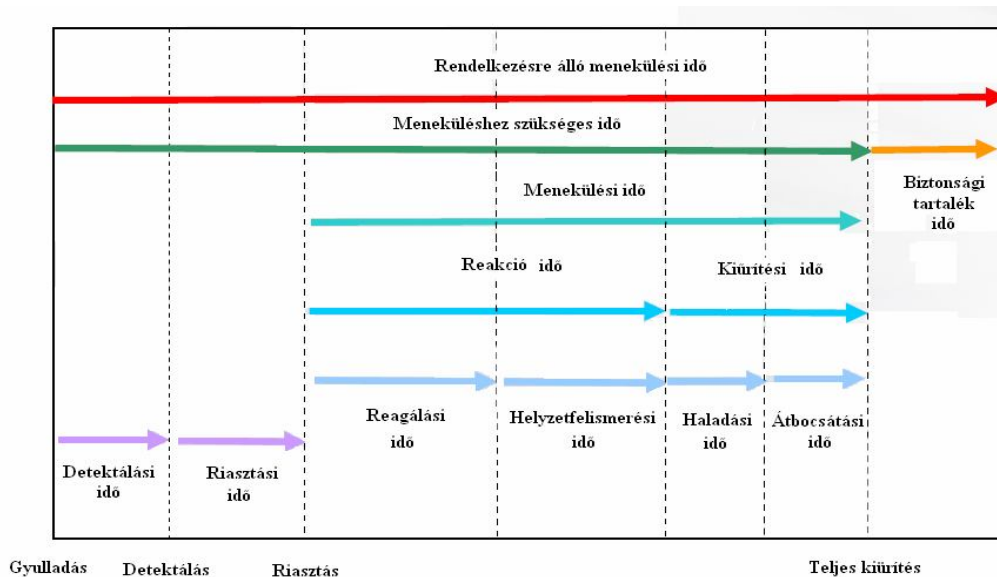
- tűz felismerését, azaz a detektálási időt,
- tűz riasztásig eltelt időt,
- a személyek reakció idejét,
- a személyek helyzetfelismerési idejét,
- a melegréteg kialakulásának idejét,
- a hőfelszabadulás sebességét,
- a füst sűrűségét, hőmérsékletét
- az égéstermékek koncentrációjának alakulását.



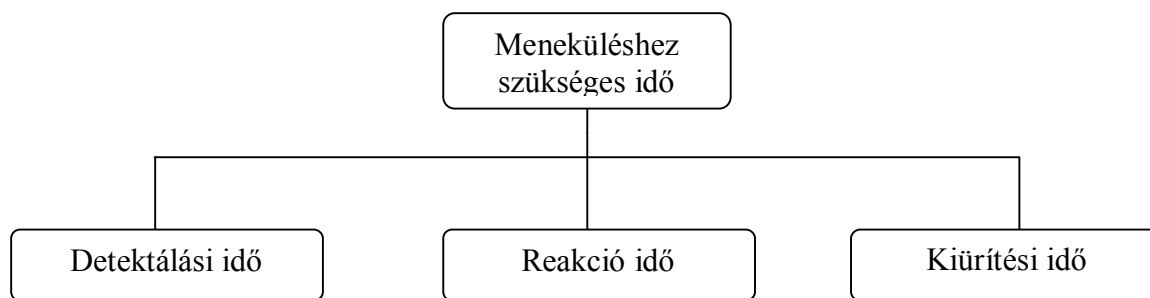
1. ábra. Sematikus tűz zóna modell

A matematikai számítások elvégzését és az abból kapott pontos eredményeket – 1. ábra – számítógépes tűzmodellezési szoftverek segítségével tudjuk megkapni. A számítógépes tűzmodellezéssel lehetővé válik a meneküléshez rendelkező idő intervallum meghatározása, mielőtt a kiürítést teljesen megakadályozó tényezők (füst sűrűség, hő sugárzás, toxikus anyagok jelenléte, oxigén koncentráció megléte stb.) kialakulnak. A modellezés során vizsgáltuk a hőmérséklet és a füst sűrűség alakulását az idő függvényében.

A mérnöki szemléletű épület kiürítés logikáját a 2. és 3. ábra foglalja össze.



2. ábra. Kiürítés az idő függvényében



$$t_t = t_d + t_r + t_k$$

3. ábra. Meneküléshez szükséges idő elemei

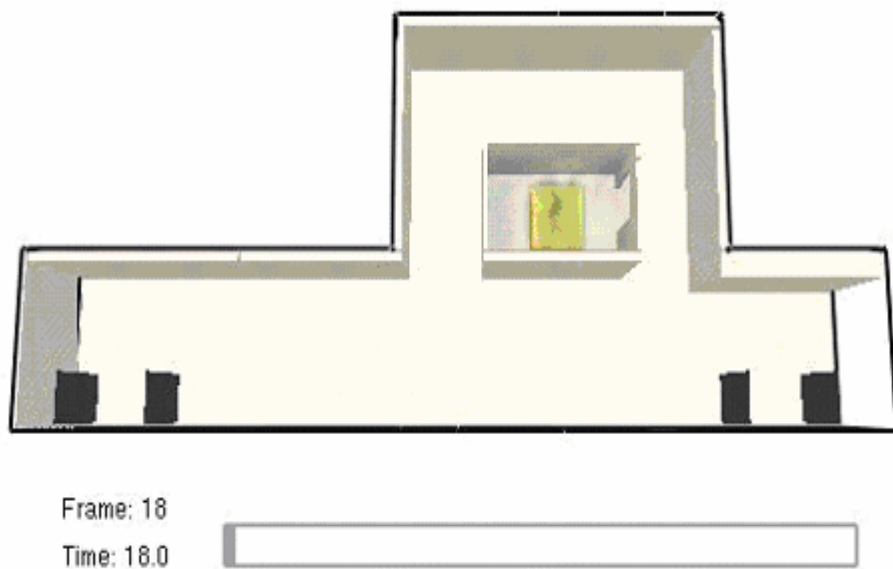
Tűzmodellező szoftver

A tűzmodell a National Institute of Standards and Technology (NIST) által kifejlesztett cella elvű Computational Fluid Dynamics (CFD) elvű Fire Dynamics Simulator (FDS) ingyenesen letölthető programmal [9] készült. A CFD modell lényege, hogy a modellezett tér, épület, derékszögű kisméretű számítási egységekre, cellákra bontható legyen. A számítások során a modell az egyes cellák fizikai jellemzőit külön-külön számítja ki, a cellák geometriai középpontjára nézve. Az áramlásokat a cellák falán keresztül vizsgálja, úgy hogy figyelembe veszi a cella belsejében jelen levő forrást, vagy nyelőt. Az ismételt számításokat akár több tízezerszer végzi el mire a végeredmény megszületik, ezért jelentős számítástechnikai erőforrásokat igényel. A modell a sűrűséggel, a sebességgel, a hőmérséklettel, a nyomással és a különböző anyagok koncentrációjával számol, így segítségével lehetőség nyílik a hőmérséklet és a füstszűrűség meghatározására is. Az említett két tényező lényeges elemzési szempont lehet egy kiürítési vonal meghatározásakor [10].

A kiürítés tűzmodellezéssel történő vizsgálata

A modell szerint a tűz keletkezési helye a 1. sz. melléklet takarítószeres – 4. ábra – helyiségben volt. A helyiségben egy 1,2 m x 1,2 m x 1,2 m-es fahasábokból álló „kocka”

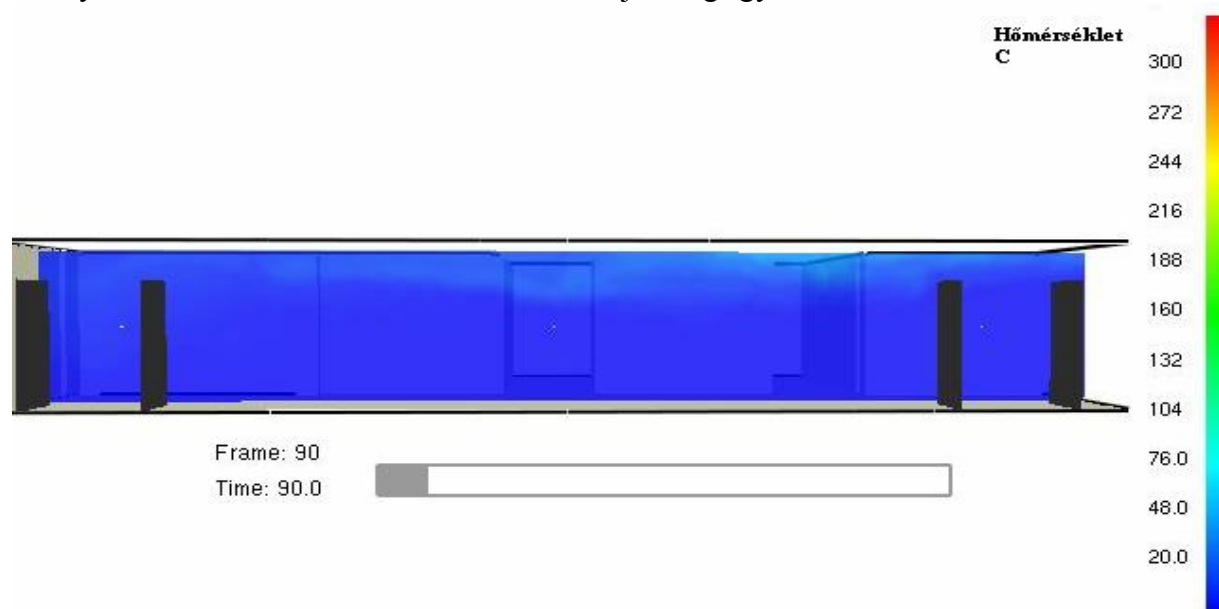
került elégetésre. A hőfelszabadulás sebessége előre meghatározott volt az SFPE Handbook 3. kiadás 3. fejezet 24. oldal alapján [11].

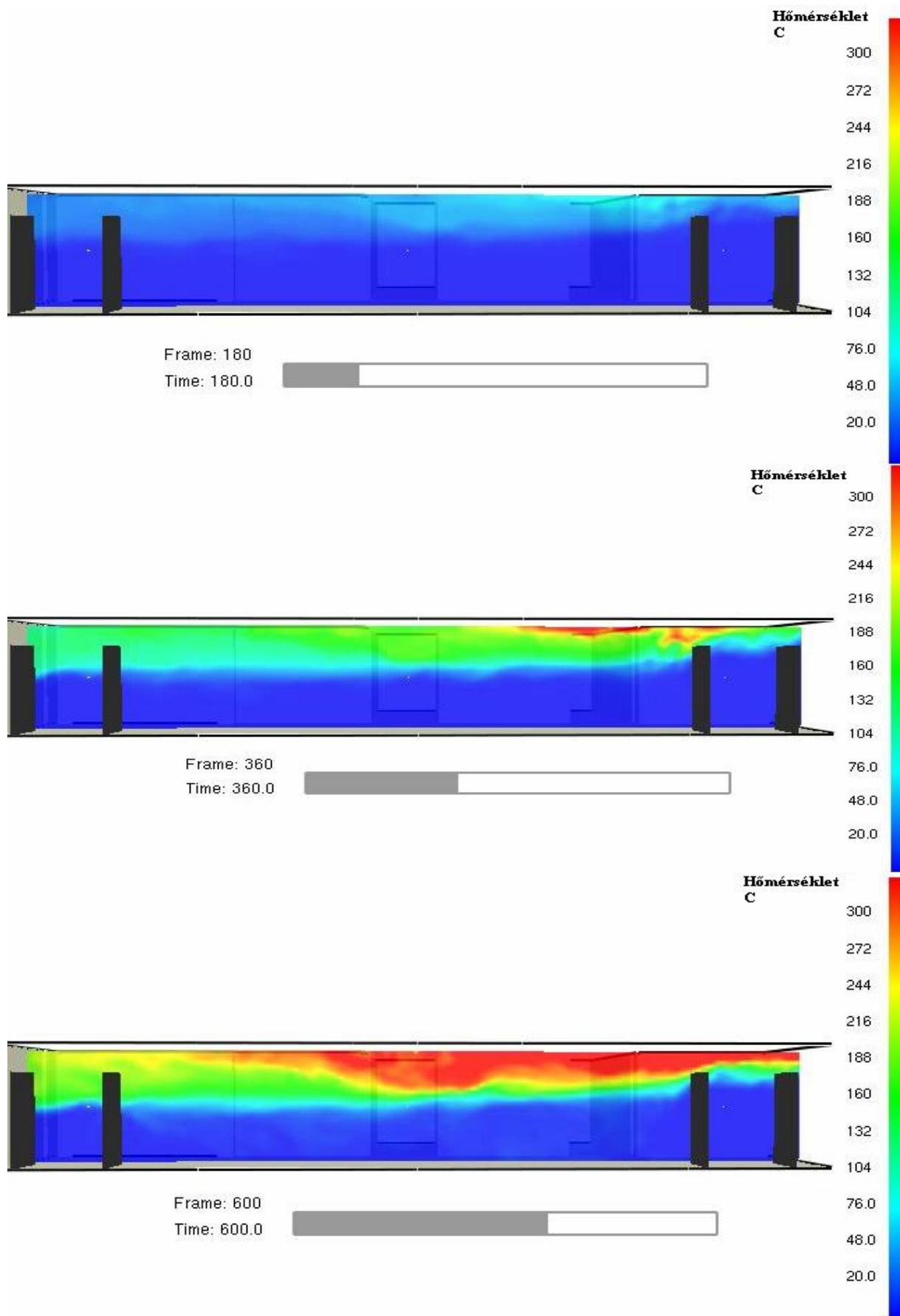


4. ábra. A modellezett tér

A hőmérséklet vizsgálata

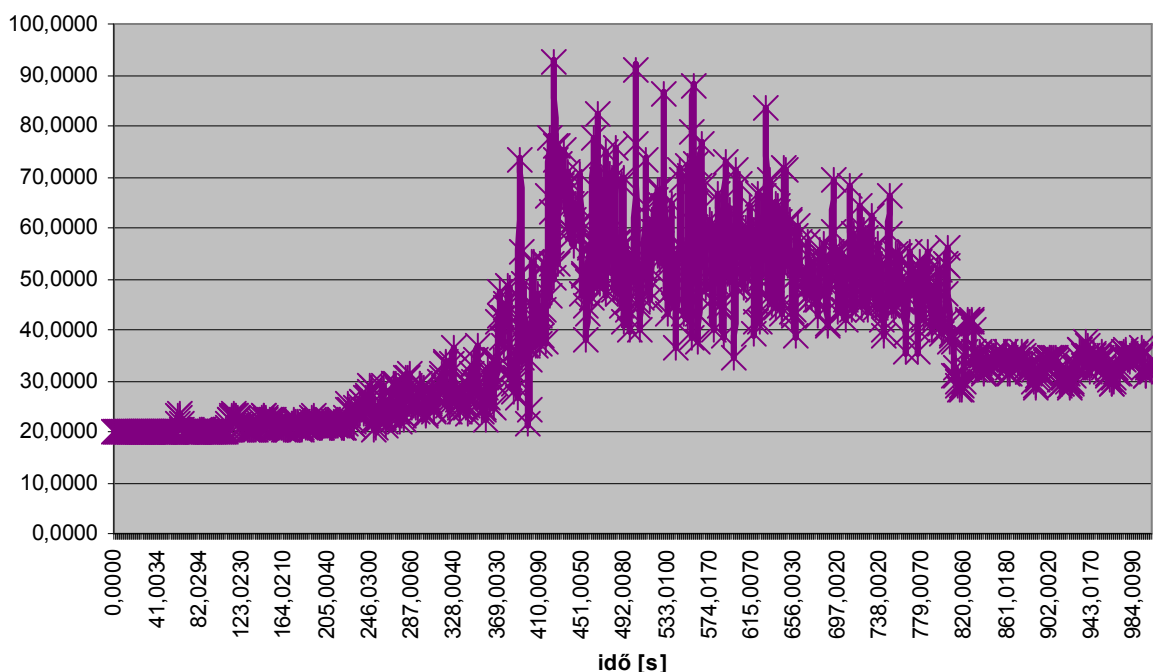
A folyosón lévő hőmérséklet időbeni változása jól megfigyelhető az 5. és 6. ábrákon.





5. ábra. A hőmérséklet változása a folyosón az idő függvény

Hőmérséklet a folyosó közepén 150cm-en [C]



6. ábra. A hőmérséklet változása az idő függvényében

Értékelés

A jogszabályi metódussal 161 sec menekülési idő került meghatározásra a mozi terem elhagyásához a nyílászárókön keresztül. A modellezés alapján megállapítható, hogy a hőmérséklet nagysága számottevően nem veszélyezteti a menekülőket a megállapított idő alatt. A modell szerint 360 sec a folyosórész kiürítésére rendelkezésre álló időtartomány. Ez az idő egy leszűkített mozitermi menekülési ajtó esetén már elérhető, ezért igen fontos, hogy amíg a személyek az épületben tartózkodnak a menekülésre számításba vett nyílászárókat leszűkíteni, eltorlaszolni vagy lezárni nem szabad. A megjelenő füst pszichés hatása azonban nyilván kedvezőtlenül befolyásolja a személyek reagálását, döntésképeséget illetve helyzetfelismerést.

A füst jelenléte

Az előző részben a közlekedőn, menekülési útvonalon megjelenő hőmérséklet vizsgáltuk, és megállapítottuk, hogy megfelelő szervezeti intézkedésekkel, a tűzvédelmi előírások betartásával a katasztrófák elkerülhetőek.

Továbbiakban a tűz következtében megjelenő füstáramlást, és füsttréteg kialakulását mutatjuk be, mivel a füst sűrűsége akadályozza a menekülő személyeket, valamint a beavatkozó tűzoltói állományt.

Világítás kikapcsolva



Világítás bekapcsolva



7. ábra. A Füstterjedés közlekedő területén

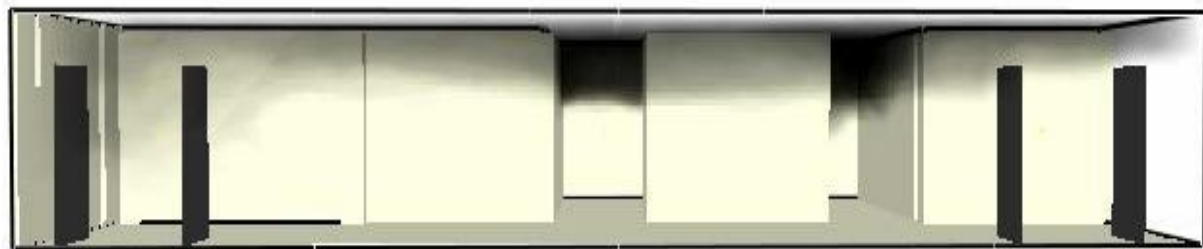
A 7. ábrán elvégzett teszt egy 16 m hosszú folyosón történt, amely során feltételezték hogy a folyosóra nyíló szobában tűz keletkezett. A képek 0 sec 60 sec és 120 sec időbeli fűstsűrűségi állapotot mutatnak be [12]. Megfigyelhető hogy 120 sec eltelte után a fűstsűrűség miatt a födémre szerelt bekapcsolt világításnak már nincs szerepe a kiürítési útvonal megvilágításában.

A füst sűrűség vizsgálata

A füst sűrűségét az extinkciós koefficiens jellemzi. A megnövekedett füst sűrűség – 8. és 9. ábra – hatására az emberek tájékozódó-, látóképessége és haladási sebessége rohamosan csökken.

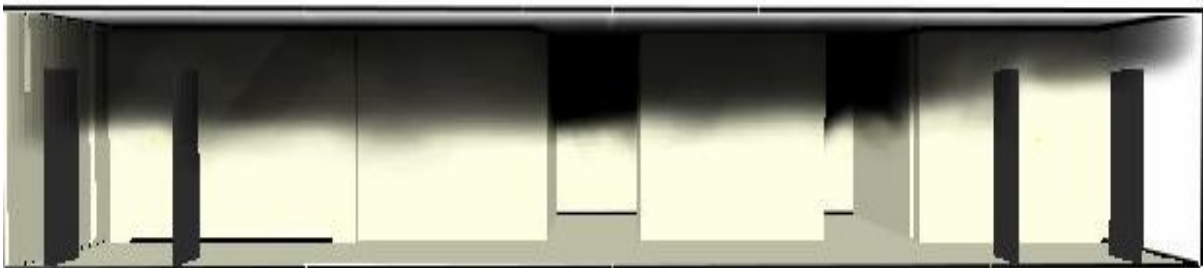
A menekülés szempontjából a tűz során keletkező füstöt a következők szerint csoportosíthatjuk. Vannak rendkívül sűrű fekete, de nem irritáló füstök, mint a szénhidrogéneké és van olyan, mint a faanyagok, fehér de nagyon erősen irritáló füstje [13]. A füst sűrűsége mellett tehát figyelemmel kell lenni a füst összetételére is.

A füst extinkciós koefficiense a füst fény elnyelési jellemzője (1/m). A különböző kutatásokban általában a szabványos kiürítési jelekre vetített láthatósági tényezőt (méterben) és a haladási sebességet (m/s) elemzik. Az irritáló füstben a haladási sebesség értéke 0,2 1/m extinkciós koefficiens esetén 1 m/s feletti érték, viszont 0,5 1/m esetén már lecsökken 0,2 m/s-ra. A nem irritáló füstben 0,2 1/m esetén szintén 1m/s felett van a haladási sebesség, de itt 1 1/m értéknél a sebesség 0,5 m/s-ra csökken [14]. A füst nem csak a láthatóságot befolyásolhatja, hanem az ember pszichés állapotára is hatással van. A 0,5 1/m füst sűrűség esetén a kutatások alanyai félelem érzetről számoltak be, valamint a koncentráció és feladatmegoldó képességük elvesztéséről [14].



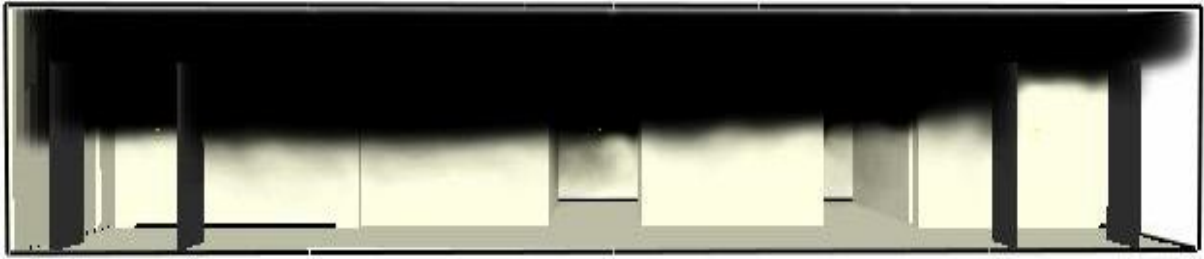
Frame: 90

Time: 90.0



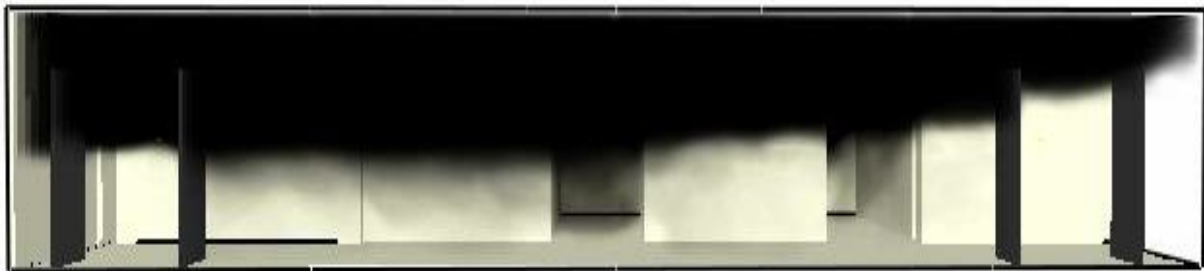
Frame: 180

Time: 180.0



Frame: 360

Time: 360.0



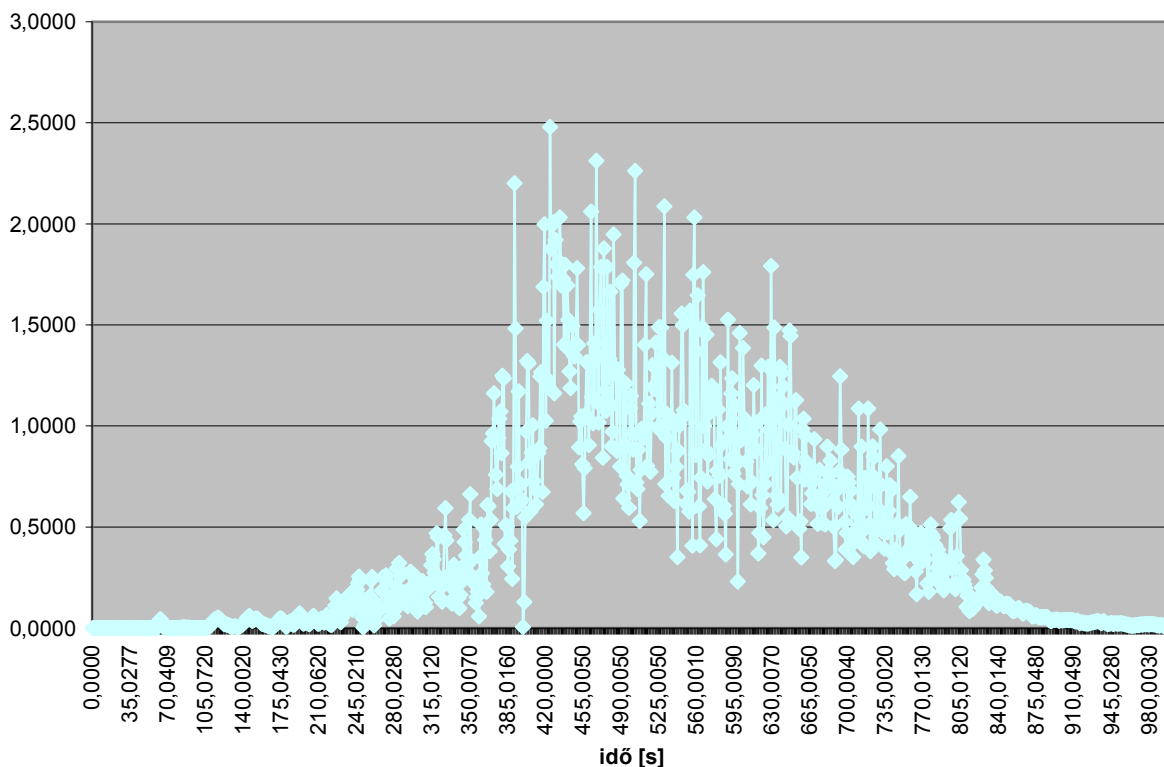
Frame: 600

Time: 600.0



8. ábra. A füst terjedése a folyosón az idő függvényében

extinkciós koefficiens a folyosó közepén 150 cm-en [1/m]



9. ábra. A füstszűrűség változása az idő függvényében

Értékelés

Ha csak füst van a menekülési útvonalakon, és az emberek ismerik az épületet (mozi esetében ez nem feltételezhető) figyelembe vehetjük a jogszabályi haladási sebességeket. Ha olyan tárgyak vannak az útvonalon, amelyek normál körülmények között nincsenek ott (tömlők, a tűzoltói munka kellékei, esetleg a tűz vagy a bontás során megváltozott terep) vagy nem ismert a terület, akkor a menekülőknek döntéseket kell hozniuk, és feladatokat kell megoldaniuk. A feladatmegoldó képesség teljes elvesztése esetén azonban a haladási sebesség nullára csökkenhet.

A modelltől kapott értékek szerint: a 360 sec-tól a folyosón a menekülés a füst sűrűségének következtében nem lehetséges, valamint a közlekedőben megjelenő füst hőmérséklete eléri a 60 °C-ot.

Rendelkezésre álló menekülési időt mérnöki szemlélet esetén rendkívül nehéz pontosan meghatározni, hiszen az extinkciós tényezőkön kívül figyelembe kell vennünk a pszichés állapotot. A menekülést nem csak a láthatóság, hanem a feladatmegoldó képesség is jelentősen befolyásolja, ha feladatot kell megoldani.

Összefoglalás

A tömegtartózkodású épületre vonatkozóan a jogszabályi és mérnöki szemléletű kiürítés vizsgálat során összehasonlítva megállapítható, hogy a jogszabályi előírás több tényezőt nem vesz figyelembe (hőterjedés, füstterjedés, füsthőmérséklet, láthatóság stb). A számítógépes modellek ezen tényezőket is figyelembe veszik, azonban a rendelkezésre álló adatbázisok és programok

jelenleg nem teszik lehetővé a gyors és pontos kiürítés modellezését. A jövőre prognosztizálható, hogy a számítógépes tűz-modellezés veszi át a tűzvédelmi jogszabályok merev előírásait.

Megállapítható az is, hogy a személyzet elméleti és gyakorlati képzése nélkülözhetetlen a kezdeti tűz eloltása és a hatékony kiürítés lebonyolítása érdekében. A pánik elkerülése érdekében időben tudatosítani kell a bent tartózkodó ügyfelekkel a kiürítés megkezdését. A megbízható kiürítést a lebonyolítók megléte, a kiürítés során a rend és irányítás fenntartása elengedhetetlen. Ehhez szükséges a lelki zavarokkal küzdő, pánikba esett személyeket kezelni lehetőleg a tömegből való kiemeléssel, elkülönítéssel, hogy a tömegpszichózis, csordamagatartás ne alakuljon ki.

2. számú melléklet

+13,20 m építményszint magasság



Felhasznált irodalom

- [9] <http://fire.nist.gov/fds/downloads.html> letöltés:2008.01.15.
- [10] http://fdssmv.googlecode.com/svn/trunk/FDS/trunk/Manuals/All_PDF_Files/FDS_5_User_Guide.pdf letöltés:2008.01.15.
- [11] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 3rd edition, 2002.
- [12] Building and Fire Research Laboratory Activities, Accomplishments & Recognitions 2006 Kellie A. Beall James E. Hill NIST SP 838-19
- [13] Tadahisa Jin Visibility and Human Behavior in Fire Smoke The SFPE Handbook Of Fire Protection Engineering, National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 3rd edition, 2002. pp. 2-4– 2-53.
- [14] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 3rd edition, 2002.