

Péter András

Mérnöki módszerek a tűzvédelem tervezésében

Engineering methods in fire protection design

Absztrakt

A tervezésnek és így a tűzvédelmi tervezésnek több módszere lehetséges. Két alapvető tervezési módszer különböztethető meg, egyik leíró jellegű szabályozáson alapul, másik maga a mérnöki módszer. Mindkét módszernek megvan az előnye és hátránya. Az összetettebb tervezési feladatok a mérnöki módszerekkel oldhatók meg hatékonyan. A modellezés, mint tudományos eszköz felhasználható követelmények teljesülésének vizsgálatára, visszaigazolására. Tűzvédelmi tervezés során többféle modellt alkalmaznak. Ezek lehetnek fizikai, determinisztikus és sztochasztikus modellek. A tűzvédelemben alkalmazott mérnöki módszerek tipikus példája a számítógépes szimulációs problémamegoldás. Ennek két fő területe a tűzmodellek és a kiürítési modellek. A kiürítési modellek a tervezett épület kiürítési koncepciójának ellenőrzését teszik lehetővé. A kiürítési modellekben az emberek fizikai paraméterein kívül viselkedési formák beállítására is van lehetőség. A tűz- és füstterjedési szimulációk a hő- és füstelvezető rendszer megfelelőségét tudják igazolni. Az épületek komplexitásukban vizsgálhatók, számos paraméter változása követhető nyomon. Ezek közül a legfontosabbak a hőmérsékleti értékek és a füstkoncentrációra utaló látthatóság mértéke. A hazai tűzvédelmi szabályozás 2015-től teremtette meg a lehetőséget a mérnöki módszerek szélesebb körű alkalmazásának. A szimulációs módszerek terjednek, évről évre többet engedélyeztetnek. A tűzvédelmi hatóság már a tervezési folyamatban is fontos szerepet tölt be a konzultációk során a tervezési alapadatok helyes megválasztásának támogatásával. Hangsúlyossá vált a hatóság informatikai és készség-, illetve képességbeli felkészültsége is.

Kulcsszavak: tűzvédelem, szimuláció, mérnöki módszerek, tervezés, hatóság

Abstract

Designs, and so is fire protection design, are accomplished by several methods. Two basic design methods can be differentiated, one of them is based on descriptive regulation and the other is the engineering method. Both methods have advantages and disadvantages. The complex design tasks can be solved by engineering method effectively. Modelling as a scientific tool can be used for fulfilment requirements of analysis and confirmation. Several models are used for fire protection design. These models can be physical, deterministic and stochastic ones. A typical example of engineering methods applied in fire protection is the use of computer simulation. The two main scopes are here fire models and evacuation models. Evacuation models make control of the evacuation concept of planned building possible. In evacuation models can be physical parameters and behaviour patterns set. The fire and smoke spreading simulation can verify the smoke and heat dissipation system. Buildings can be analysed in complexity and changes of many parameters can be monitored. The most important of these are temperature values and visibility in smoke. From 2015 the national fire protection regulations made wider application of engineering methods possible. Simulation methods have been spreading and more and more of them are approved year by year. The fire protection authority has an important role in the design process already by supporting the correct choice of basic design data at consultations. Very important became the awareness of the authority on IT area, too.

Keywords: fire prevention, engineering methods, design, authority

Bevezetés

Idén ünnepeljük a Magyar Tűzoltóság és az első hivatásos tűzoltóság megalakulásának 150. évfordulóját. A 150 éves múltból történő megemlékezés során a jelenről és a jövőben rejlő lehetőségekről is érdemes szót ejteni. A tűz elleni küzdelem szerves része régóta a tűz megelőzés, a tűz megelőzéssel kapcsolatos szabályozások, a tűz keletkezését és terjedését korlátozni célzó megoldások is, még ha azokat nem is nevezték mindig tűzvédelmi szabályozásnak. A tűz megelőzésben a tűzvédelmi célú tervezés egyik hatékony eszköze a mérnöki módszerek alkalmazási lehetőségének biztosítása és alkalmazása. De melyek is azok a mérnöki módszerek, mit tekinthetünk annak és mióta alkalmazzuk őket? A megemlékezés alapját képező 150 évnél régebbre, a római korba visszatekintve, ahol egyébként a tűzoltóságoknak, a tűz elleni védekezésnek az alapjait is

megtalálhatjuk, nagyon sok ma is használt és alkalmazott szakma, módszer és tudomány alapjait találjuk meg. A római korban épült, a római mérnökök által tervezett és épített vízvezetékek, csatornahálózatok, úthálózatok és épületek egy része még a mai napig is fellelhető. Miért voltak ilyen sikeresek és hatékonyak? Mert rendelkeztek rendszerezett, felhalmozott tudás- és ismeretanyaggal, amelyeket nemcsak ismétlődően, másolva használtak fel, hanem újabb és újabb, addig nem ismert problémákat megoldva, más és más helyzetben alkalmazva és ezen alkalmazások során ezt a tudást tovább gyarapítva. Mondhatjuk, hogy a mérnöki módszerek már akkor megjelentek, és már akkor megalapozták a mai mérnöki módszereket.

Módszerek

Megvizsgálva, hogy milyen tervezési módszerek állnak rendelkezésre, milyen eszköztárral lehet alkotó, tervező tevékenységet végezni a tűzvédelem területén, két eltérő lehetőséget találunk. Egyik lehetséges eszköz a tételes, leíró jellegű szabályozás és annak alkalmazása, másik pedig maga a mérnöki módszer. A tételes, leíró jellegű szabályozás és annak alkalmazása során a szabályozók konkrétan megmondják, hogy mely esetben, milyen tűzvédelmi paraméterekkel kell kialakítani a tervezett épületet. Tipikus példa a tűztávolság meghatározásának egyik módszere, ahol táblázatból egyszerűen ki lehet olvasni, hogy milyen kockázati osztályba tartozó épületek között, hány méter tűztávolságot kell tartani, vagy hasonló szemléletes példa a hő- és füstelvezetés méretének meghatározása bizonyos esetekben, ahol egyszerűen az alapterület 3 vagy 5%-át kell alapul venni. Ennek eszközei fellelhetők a jogszabályokban, szabványokban és irányelvekben. A módszernek az az előnye, hogy kisebb szakértelemmel és gyorsan végezhető, nagy biztonságot eredményező, tervezési jellegű tevékenység. A kialakult szabályozás több évtizedes tapasztaláson alapul, nem rugalmas, a felmerülő szokatlan és új problémákat, igényeket nem tudja kezelni. Jó példa erre az MSZ 595-ös szabványsorozat, amely a hatvanas, hetvenes években alakult ki és jellemzően a panel épületek tervezését, kivitelezését célozta meg segíteni. Az 1990-es években megjelentek a bevásárlóközpontok, amelyek sokszor szintén középmagasak voltak, mint az MSZ 595 szabványsorozat 4-es lapja által szabályozott panel épületek, de attól teljesen eltérő kialakítással és igényekkel. Ezekben az esetekben az elavult, leíró szabályozás szinte alkalmazhatatlan volt.

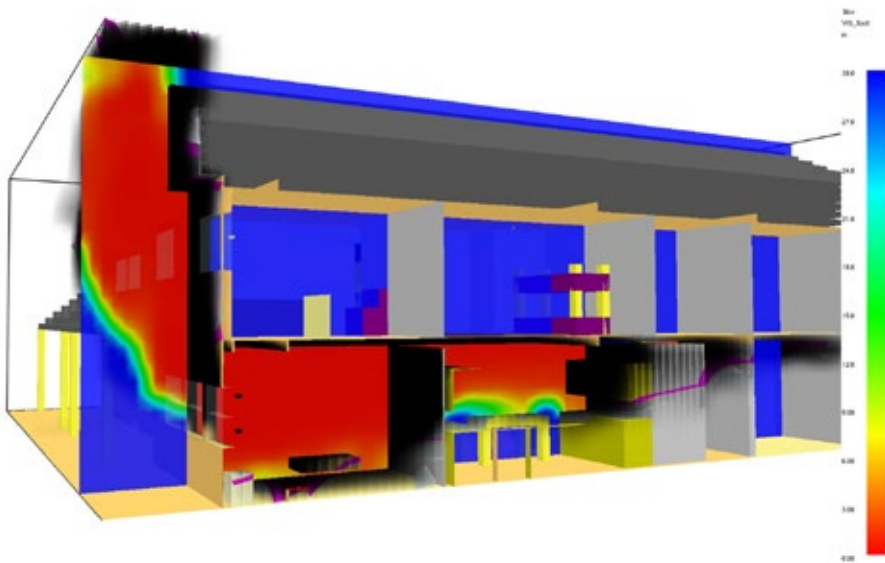
Másik alkalmazott tervezési módszer, maga a mérnöki módszer, amelyet egy konkrét épületrész, épületszerkezet vagy berendezés esetében, vagy egy egész épületre kiterjedően, komplexen integrált módszerekkel is lehet alkalmazni.

Egyre több esetben több tényező együttes függvénye szükséges a tervezési végeredményhez, amit nem lehet egy leíró jellegű szabályozásból kiválasztani. A mérnöki módszerek előnyei, hogy műszaki területen szinte minden felmerülő igényre, problémára tudnak választ, megoldást adni. Azok közül ki lehet választani a szükséges és elégséges biztonsági szintet nyújtó, leggazdaságosabb megoldást. Hátránya, hogy komoly szakértelmet, tudást, informatikai hátteret igényel. Időigényesebb és költségesebb a tervezési folyamat. Szakterületek közötti kooperációra, egyeztetésre van szükség. A tűzvédelemben alkalmazott mérnöki módszerek egyik leglátványosabb, legjobban megfogható eszköze a számítógépes szimuláció, amely egyre terjed, egyre népszerűbb. Azt tudnunk kell, hogy nem egy minden felett álló csodaeszközzel van szó. Alkalmazása önmagában nem mindig elégséges, nem old meg minden problémát és vannak esetek, amikor aránytalan az alkalmazásuk a felmerülő tervezési feladathoz, mert a tételiesen előíró jellegű szabályozással könnyebben, gyorsabban megoldható az adott probléma. A továbbiakban a számítógépes szimulációs megoldásokat fejtem ki.

A modellezés

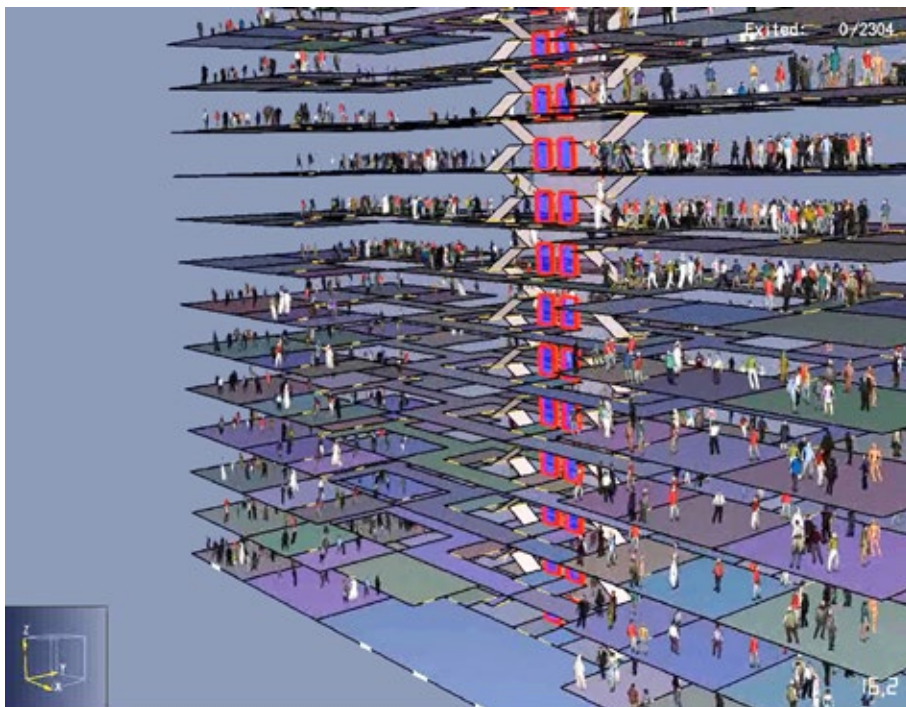
A követelmények teljesülésének vizsgálatára, illetve igazolására használható módszer lehet a modellezés, mint tudományos eszköz. Cél a valóság letükrözése úgy, hogy az áttekinthető, megismételhető legyen, hogy következtetéseket tudjunk levonni arra vonatkozóan, hogy milyen irányt vesznek majd a várható folyamatok. Így megismerhetjük a lehetséges, valószínű végeredményeket, és fel tudunk rá készülni már a tervezés során. A modellnek a valós tapasztalatokkal való összevetését a modell tesztelésének (validálásának, esetleg verifikálásának) nevezzük, amely nagyon fontos a modell alkalmazása és továbbfejlesztése során. A tűzvédelmi tervezésben alkalmazott mérnöki módszerekhez elvezető modellek jellemzően a mennyiségi modellek. Ezek a kvantitatív modellek lehetnek fizikai vagy matematikai modellek. Fizikai modellek közül a valódi méretű modellre példa az Európában egyedülálló, Magyarországon alkalmazott homlokzati tűzterjedési vizsgálat, amely esetében 1:1-es méretarányú modellt felépítve, meggyújtott máglyán vizsgálja a homlokzati tűzterjedést az ÉMI Építési Minőségellenőrző Innovációs Kft. Laboratóriumi vizsgálatokra pedig jó példák szintén az ÉMI által alkalmazott vizsgálatok, mint például gyulladási hőmérséklet vagy füstfejlesztő képesség vizsgálata. A determinisztikus modellek konkrét bemeneti értékek alapján számolt, konkrét számértékeket adnak. Jelen esetben a tűzterjedést vizsgáló szimulációk fizikai, kémiai vagy fizikai-kémiai jelenségek alapján számítják a tűzfejlődés irányát és mértékét.

A sztochasztikus modellek valószínűségszámításon vagy statisztikai adatokon alapulnak. Ezek figyelembevételével jósolják meg egy-egy folyamat kimenetelét. A véletlenszerűségi, valószínűségi szempontok miatt szokták is Monte Carlo modellezésnek nevezni. Az alkalmazott számítógépes modellek, szimulációk a tűzvédelemben alapvetően két témában vizsgálódnak: tűzmodellek és kiürítési modellek. A tűzmodellek közül a zónamodellek átlagos kialakítású helyiségekben vizsgálódnak. A cellamodellek alkalmasak komplex, összetett terek vizsgálatára is. Itt a cellaméret és cellaszám tetszőlegesen változtatható. A nagy cellaszám valószínűbb modellezést, de nagyobb számítási kapacitást igényel.



1. számú ábra: Cellamodellel történő vizsgálat egy többhelyiséges épületben történő tűzterjedésről (Forrás: (Thunderhead Engineering Advanced Fire Dynamics Simulator & PyroSim Workshop, 2018. Nfpa_Firepower_House_0210)

Kiürítési modellek lehetnek mozgási vagy viselkedési modellek. A kiürítési modellek között vannak, amelyek áramlási modellként viselkednek, ahol a modellezett emberek mozgását folyadékáramláshoz hasonlítják. És vannak, ahol már bizonyos viselkedési modellek is beépülnek, például pánik kialakulását is figyelembe veszik, vagy a beállított értékeknek megfelelően figyelembe veszik azt is, hogy egy család együtt fog mozogni. Egyes kiürítési modellekben lehetőség van továbbá nem, kor, testméret vagy akár alkoholos befolyásoltság beállítására is attól függően, hogy mi a szimulációs feltételezés.



2. számú ábra: Kiürítési modell alkalmazása (Forrás: Juhász, 2016)

Az OTSZ biztosította lehetőségek

2015. márciusában hatályba lépett a jelenleg is hatályos Országos Tűzvédelmi Szabályzat (a továbbiakban: OTSZ), amellyel egy teljesen új szabályozás jött létre. Ez egy előremutató, modern, keretjellelű követelményrendszer, amely szakított a szabályozással, amelynek alapja a korábban említett MSZ 595 szabványsorozat volt. A megváltozott szabályozási rendszer, a modernizált leíró jellegű előírások mellett, lehetőséget teremtett a mérnöki gondolkodás minél szélesebb körben történő alkalmazására. Az új követelményrendszerhez új szerkezet is társult. Elkülönültek egymástól a követelmények, amelyek az elvárt biztonsági szintet határozták meg és a konkrét műszaki megoldások. Ezt az elkülönülést a Tűzvédelmi Műszaki Irányelvek (a továbbiakban: TvMI) megalkotása és megjelenése tette lehetővé. A TvMI-k tartalmazzák a bevált, gyakorlatban is alkalmazható műszaki megoldásokat, amelyek kielégítik az OTSZ-ben előírt követelményeket. A TvMI-k nagy előnye, hogy a műszaki haladással, fejlődéssel együtt gyorsan, könnyen lehet őket változtatni, a gyakorlati tapasztalatokat

gyorsan be lehet építeni, nem igényel hosszas notifikációs eljárást, továbbá, hogy magyarul, költségtérítés nélkül, mindenki által hozzáférhetően jelennek meg. Az OTSZ 2019-ben történt, széleskörű egyeztetésen és konszenzuson alapuló finomhangolását követően, már 14-re nőtt a TvMI-k száma, amelyből a 8. a „Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimuláció”-ról szóló TvMI. A szimuláció egy viszonylag új módszer a tűzvédelem hazai eszköztárában és ennek megfelelően rendkívül gyorsan fejlődik. Ezt a fejlődést és a TvMI-k rendszerének rugalmasságát mutatja, hogy már háromszor módosult az irányelv. Az irányelv tartalmazza a hazai szimulációs eljárásokban alkalmazható programokat, amelyek a 3. számú ábrán láthatók.

1. táblázat: Tűz és füstterjedési szimulációs programok		
Program megnevezése	Fejlesztő országa	Rövid leírás
FDS 6.0 vagy újabb változatok	USA	Kombinált égési- és áramlási szoftver

2. táblázat: Kiürítési szimulációs programok		
Program megnevezése	Fejlesztő országa	Rövid leírás
Building EXODUS	USA	Komplett viselkedési modell
FDS EVAC	USA	Áramlási alapon működő mozgási modell
PATHFINDER	USA	Mozgási modell
STEPS	UK	Mozgási modell torlódások vizsgálatához

3. számú ábra: Szimulációs eljárásokban alkalmazható programok (Forrás: TvMI 8.4)

A számítógépes szimulációs programmal ellenőrzött kiürítési megoldás, valamint az egyedileg tervezett hő- és füstelvezetés műszaki megoldás jóváhagyását a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság végzi országos illetékességgel. Kiürítési szimuláció során alapvető cél annak igazolása, hogy egy adott épületben a kiürítés választott iránya, útvonalak tervezett vonalvezetése, útvonalak tervezett méretei megfelelőek, a kiürítés ideje alatt az ott lévőket a tűz hatásai nem veszélyeztetik.

Tűz- és füstterjedési szimuláció a hő- és füstelvezető rendszer megfelelő kialakítását és megfelelő működését igazolja. A szimuláció bemeneti paramétereit a tűz-és füstterjedési vizsgálat céljától függően határozhatók meg. A főbb bemeneti adatok: a vizsgált tér kiterjedése, cellák mérete, legjellemzőbb alkalmazott reakcióegyenletek, tűzfészkek fajlagos teljesítmény-idő függvénye és

helye, anyagjellemzők, berendezések jellemzői, vezérlések. Elsődlegesen vizsgált paraméterek: a látótávolság vagy füstkoncentráció és a gázhőmérséklet.

A szimuláció eredménye megfelelő, ha:

- meneküléshez szükséges időn belül a menekülés útvonalán a látótávolság 15 méter alá nem süllyed,
- a menekülés során a személyeket 60C°-nál nagyobb hőmérséklet nem éri,
- beavatkozás során a veszélyeztetett térbe belépő tűzoltók meg tudják közelíteni a tűzfészket,
- tűzfészek helyét meg lehet közelíteni 25 méterre úgy, hogy a látótávolság ezen az úton 5 méternél nem kisebb,
- vizsgált éghető anyag környezetében nem alakul ki az anyagra jellemző gyulladási hőmérséklet.

Ennek a mérnöki módszernek a lényege, hogy a megoldások az építmények komplexitásában jelennek meg. Az összefüggések egymásra gyakorolt hatásának ismeretében a legmegfelelőbb műszaki kialakításokat lehet megvalósítani.

Jóváhagyás, hatósági tevékenység

A számítógépes szimulációs programmal ellenőrzött kiürítési megoldás, valamint az egyedileg tervezett hő- és füstelvezetés műszaki megoldás jóváhagyását a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság végzi országos illetékességgel. A hatályos OTSZ kedvez a mérnöki módszerek alkalmazásának, amelynek eredményeképpen az alkalmazott számítógépes szimulációk száma évről évre nő. Új terület lévén nagyon fontos a készség, képességfejlesztés nemcsak a tervezőknél, hanem az eljáró, engedélyező hatóságnál is. Ezért a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság képviselői – hatóságok közül még egyedülként – rendszeresen részt vesznek a Pathfinder és a Pyrosim programok fejlesztői által tartott angliai továbbképzéseken, workshop-okon. A workshop-okon és a rendszeres egyeztetések, engedélyezések során tapasztaltakat a TvMI munkacsoport üléseken elemzik a munkacsoport tagjai, és felhasználják a szimulációs TvMI fejlesztése során, garantálva a tűz megelőzés ezen szakterületének fejlődését. Az elektronikus hatósági ügyintézés lehetőségének a térnyerése kedvez az egyébként is elektronikus és informatikai alapú szimulációs eljárások lefolytatásának. A hatóság is rendelkezik a megfelelő számítógépes eszközparkkal és szakmai tudással, hogy megfelelő támogatást adjon a tervezési folyamatban, és hogy szükséges és elégséges hatósági kontrollt ki tudja fejteni. Minden tervezési folyamatban, minden mérnöki módszer alkalmazása

során kiemelten fontos a bemenő adatok helyes megválasztása, de a szimulációs eljárásokban ez hatványozottan igaz. Rosszul megválasztott, nem valós alapokon nyugvó paraméterek esetén a szimuláció eredménye teljesen hamis képet adhat és komoly tűzvédelmi kockázatot eredményezhet. Ezért megnő a jelentősége és megváltozik a szerepe a hatósági konzultációnak. Ezekon a konzultációkon már a tervezési folyamat részeként jelenik meg a hatóság, itt a hatóság már nemcsak passzív része a folyamatnak, hanem aktív szereplője is.

Befejezés

Az építészet fejlődése nem áll meg, lehetőségek széles tárháza bontakozik ki napjainkban is. Nagy az igény a környezettudatos anyagfelhasználások és építési technológiák, a fenntartható fejlődés iránt. Újabb és újabb anyagokat vonnak be, illetve régi, elhanyagolt építőanyagokhoz nyúlnak vissza. Ilyen visszatérő építőanyag a fa is, amely éghetősége miatt talán kedvezőtlenebb megítélést kapott tűzvédelmi szempontból, mint amilyen valójában. Ezt átértékelve, az előnyeit kihasználva Ausztriában például bátran alkalmazták magas épület építése során teherhordó szerkezetként is. Új technológiaként pedig meg lehet említeni a 3D nyomtatás megjelenését az építészetben, amely teljesen új távlatokat nyithat meg. De nemcsak a kivitelezéssel kapcsolatban jelennek meg új elvárások, hanem használati oldalról is. Eddig nem elvárt rendeltetésekkel és funkciókkal találkozunk, az épületeket okos épületekként tervezik vagy teljesen egyedi, különleges, néha a fizika törvényeit meghazudtoló megjelenésű épületek létrehozására van igény. Az újítások, változtatások, vagy a fejlődés során a tűzbiztonságot ugyanúgy meg kell teremteni és biztosítani kell. Ez a régi, tapasztalás alapján felépített, leíró jellegű tűzvédelmi szabályozással nem garantálható. A korszerű, 21. századi beruházásoknál a mérnöki módszerek alkalmazásával lehet elérni, hogy az építészet ilyen ütemű és irányú fejlődése mellett a tűzvédelem biztosított legyen.

Felhasznált irodalom

Thunderhead Engineering Advanced Fire Dynamics Simulation & PyroSim Workshop (2018)

(training file) Nfpa_Firepower_House_0210

Juhász A. (2016): *Tűzjelző berendezések vezérlései az épületek kiürítése során*

Számítógépes tűz- és füstterjedési, valamint menekülési szimuláció TvMI 8.4: <https://katasztrorafavedelem.hu/application/uploads/documents/2019-12/67057.pdf>