



**ZRÍNYI MIKLÓS NEMZETVÉDELMI EGYETEM
BOLYAI JÁNOS KATONAI MŰSZAKI KAR
Katonai Műszaki Doktori Iskola**

Alapítva: 2002 évben – Alapító: Prof. Solymosi József DSc.

Zoltán Ferenc tű. alezredes:

**ÚJ GENERÁCIÓS CSARNOK ÉPÜLETEK AKTÍV-PASSZÍV TŰZVÉDELMI
RENDSZEREINEK KUTATÁSA**

A hő- és füstelvezetés legújabb kutatási eredményeit, azon belül a csarnok épületek tüzeseteinek jellemzőit valamint az aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek hatékonyságát mutatja be a disszertáció. Ezen kívül vizsgálja a témával kapcsolatos szabályozást.

Doktori (PhD) értekezés

Tudományos témavezető:

Dr. Habil. Cziva Oszkár tű. ezredes

Budapest, 2006.

Tartalomjegyzék:

Bevezetés	4.
A téma indokoltsága, aktualitása	4.
Célkitűzések	7.
Kutatási módszerek	8.
I. fejezet: A csarnok épületeket érintő hazai tűzvédelmi szabályozás rövid áttekintése	9.
II. fejezet: Csarnok épületekben keletkezett tüzek jellemzői	15
1. A tűz viselkedése csarnok helyiségekben	15.
2. A tűz időbeni lefolyásának vizsgálata füst- és hőelvezető berendezés nélkül	16.
3. A tűz időbeni lefolyásának vizsgálata füst- és hőelvezető berendezéssel	17.
4. Hatékony túltöltői beavatkozás feltételei csarnok épületekben	18.
III. fejezet: Aktív-passzív tűzvédelmi rendszerek hatékonyságainak vizsgálata újgenerációs csarnok épületekben	22.
1. Passzív tűzvédelmi rendszerek	23.
1.1. Fa- és faalapanyagú szerkezetek	24.
1.2. Fémszerkezetek	25.
1.3. Szilikát alapanyagú szerkezetek	26.
1.4. Műanyagok	28.
2. Aktív tűzvédelmi rendszerek hatékonyságának vizsgálata csarnok épületekben	32.
2.1. Beépített automatikus tűzjelző berendezések alkalmazhatósága csarnoképületekben	32.
2.2. Hő- és füstelvezető berendezések alkalmazásának vizsgálata csarnoképületekben	40.
2.3. Beépített automatikus oltóberendezések létesítési kérdései csarnoképületekben	47.
2.3.1. A sprinkler berendezések alkalmazásának vizsgálata csarnok épületekben	48.

IV. fejezet: A hő- és füstelvezetés és a sprinkler berendezés jellemzői	
nemzetközi és hazai tűzkísérletek tükrében	54.
1. Belgiumi Gentben végzett tűzkísérlet tapasztalatai	54.
2. Saját tűzkísérlet csarnok épületben	63.
3. A két kísérlet összevetése, összehasonlítása	75.
V. fejezet: Csarnok épületek tűzvédelmével kapcsolatos hazai és	79.
nemzetközi szabályozásának vizsgálata	
1. Csarnok épületek hazai jelenlegi és a tervezett tűzvédelmi szabályozása	80.
1.1. Az építmények általános tűzvédelmi követelményei	84
2. Európai Unióban történő szabályozás	95.
3. Franciaországban a hő- és füstelvezető berendezés és a sprinkler be-	98.
rendezés alkalmazásainak kérdései csarnok épületekben	
V.I. Összefoglalás	102.
1. Összegzett következtetések	103.
2. A kutatás során elért új eredmények	104.
3. További kutatást igénylő irányok	104.
Felhasznált irodalom	105.
Saját publikációk listája	107.
Mellékletek	109.
1. témához kapcsolódó fogalom meghatározások	109.
2. Az ipari üzemi építmények tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei	111.
3. Mezőgazdasági létesítmények mezőgazdasági üzemi és tárolási építményei és épületei tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei	112.

Bevezetés:

A munka előzményei, a kitűzött célok:

Szakmai munkám során volt szerencsém a Délbudai-Logisztikai Központ tervezési egyeztetéstől kezdve máig (kb. 70 % kész 12 db csarnok épület, összesen 110.000 m² alapterület) megépítését, valamint egy db csarnok jellegű bevásárló központ (TESCO) létesítését végigkísérnem. Több csarnok épület tervezésében szakértőként tevékenykedtem. Ez idő alatt találkoztam a csarnok épületek speciális problémáival. Az ilyen típusú épületeket tűzvédelmi szempontból egy speciális csoportba sorolhatjuk, mivel a tűz lefolyása eltér a hagyományos, kis belmagasságú és alapterületű helyiségektől. Ezáltal a tűz elleni védelmi stratégiát is másképpen kell megtervezni, megvalósítani. Ez fölkelte bennem a szakterület iránti kutatási vágyamat és elkezdtem széleskörűen anyagokat gyűjteni a témával kapcsolatosan.

A téma indokoltsága, aktualitása

A gyakorlati ismereteim, a külföldi példák és a hazai tapasztalatok alapján azt tapasztaltam, hogy az új típusú csarnok épületekre vonatkozóan az aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek összehangolásával a tűzvédelem hatékonysága növelhető, ellentétben a hazai szabályozásokkal. Ennek érdekében megvizsgáltam a hazánkban használt tűzvédelmi rendszerek alkalmazhatóságának lehetőségeit és szempontjait csarnok épületekben, ezeket kivetítettem az új típusú csarnok épületekre. Ezen vizsgálatok, kísérletek és elemzések alapján határoztam meg a kutatási célkitűzéseimet.

A csarnok épületekről általában.

Csarnok épületekben a tűz másképpen viselkedik, mint általános kis terekben. A tűz kezdeti lefolyása a nagy belmagasság és légtér miatt jobban hasonlít a szabadtéri szélcsendes körülményekhez, mint kis, hagyományos épületszerkezetekkel körülhatárolt helyiségekhez. Ezáltal a tűz terjedése, viselkedése eltér a megszokott tűzmodellektől. Ezeket figyelembe véve egy sajátos tűzvédelmi-műszaki követelmény rendszert kell kidolgozni. Figyelembe kell venni az aktív tűzvédelmi rendszerek alkalmazhatóságát, mert az ilyen nagy belmagasságú terekben vannak korlátok. Ilyenek a beépített tűzjelző berendezés tűzérzékelői és a sprinkler berendezés védett területe, melyeket későbbi fejezetekben részletesen taglalom. Tehát ez egy újszerű kihívást jelent. Az újgenerációs csarnok épületek az 1990-es évek elejétől kezdtek elterjedni Magyarországon.

Akkor még szabályozatlanság jellemezte ezen épület típusokra vonatkozó hazai tűzvédelmi követelményeket. Az első tűzvédelmi szabályozás 1994-ben került szabvány szinten (MSZ 595/8:1994 Építmények Tűzvédelme: Egylégterű csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése) leszabályozásra. 2001. év végétől a tűzvédelmi szabványok kötelező jellegüket elvesztették, ezt követően szinte ugyanazzal a tartalommal kerültek át a 2/2002. (I. 23) BM sz. rendeletbe: „A tűzvédelem és a polgári védelem műszaki követelményeinek megállapításáról Tűzvédelmi műszaki követelmények építmények követelményei I. fejezet Építmények tűzvédelme I/8 fejezet Egylégterű csarnok épületek hő- és füstelvezetése”.

Ebből következően hazánkban e szabvány (BM rendelet) szerint megépült csarnok jellegű épületekben keletkezett tüzesetekről még kevés tapasztalatunk van, de a tervezés és szakértés terén már megmutatkoztak némi szabályozatlanságok nem szabályozott részletek (pl.: gépi füstelvezetés méretezése, sprinkleres és a hő- és füstelvezető együtt működése, a hő- és füstelvezető időbeni nyitása stb.).

A '90-es évek elején történt gazdasági, társadalmi változásokkal Magyarországra hirtelen beözönlött a tűzvédelem területén is a fejlett, korszerű technológia. Ezeket megpróbáltuk hamar befogadni, ezekre szabályokat alkotni, valamint ezekből dolgozni. Ezek olyan töményen jelentek meg a tűzmelegelőzési és tűzoltási szakterületen dolgozó szakemberek részére, hogy megpróbálták külön-külön a saját alrendszerükben tisztázni és szakmailag a legjobb rendszereket felismerni és ezek előnyeit beépíteni a szakmai ismereteikbe. Ma nagyon sok szakember nagyon jó szinten tudja is kezelni ezeket az alrendszereket (automatikus tűzjelző berendezés, automatikus tűzoltó-berendezés, hő-és füstelvezetés, ide értve a passzív tűzvédelmi rendszereket is). Meggyőződésem, hogy nem elég ezeket a berendezéseket csak a saját rendszerükön, alrendszerükön belül nagyon jól ismerni, hisz ezek élhetnek „önálló életet” is, a hatékony tűzvédelem (aktív és passzív tűzvédelmi alrendszerek összessége) azon alapszik, hogy ezen alrendszerek hogyan kapcsolódnak össze, hogyan függnék egymástól, milyen formában egészítik ki egymást, azaz egy nagy rendszerben kell értelmeznünk ezen rendszerek hatékonyságát és mindig a helyi sajátosságok figyelembe vételével.

Úgy gondolom, hogy valamennyi aktív és passzív tűzvédelmi rendszer egymás kiegészítője és meg kell találni az eseti helyzetekben azokat az alrendszereket, amelyek legjobban támogatják egymást és nem gátolja egyik a másik hatékony működését.

A másik indítóhatás, hogy ezen témakört választottam kutatási témámként, hogy Magyarországon az 1990-es évek elejétől rohamosan, szinte gomba módra nőttek az egylégterű, nagy csarnok jellegű bevásárló központok (CORA, AUCHAN, METRO stb.), valamint a raktár illetve logisztikai központok. Ilyen jellegű és méretű épületek idáig viszonylag kevés számban létesültek hazánkban. Ezen épületekben a méreteiket tekintve egy kialakult tűz nem szokványos módon viselkedik. Ez elsősorban a nagy belső térrel, nagy mennyiségű levegő (égést tápláló gáz jelenlétével), továbbá a nagy belmagasságokat (általában 10-12 m) kihasználva magasabb polcos jellegű anyagelhelyezéssel, azaz a négyzetméterre vetített tűzterhelés egy hagyományos épülethez képest a többszörösére növelésével magyarázható.

A 15 évvel ezelőtti hazai tűzvédelmi jogi, műszaki szabályozás az ilyen jellegű esetekre még nem volt felkészülve, azaz ilyen épületekre nem kerültek kidolgozásra a hatékony füst- és hőelvezetés és egyéb vonatkozó tűzvédelmi szabályozás feltételei.

Ma már a hazai tűzvédelmi jogrendszer ezen részeket, feladatokat elég részletesen szabályozza¹, de még úgy érzem a korábban már említettekkel együtt a többi aktív és passzív tűzvédelmi rendszerekkel (épületszerkezetek tűzvédelme) jobban összhangba hozva lényegesen jobb eredményeket érhetünk el a hatékony tűzvédelem területén. Sajnos ez is csak a hő- és füstelvezetést szabályozza. Komplet csarnokra vonatkozó szabályozás ma még nincs hatályban Magyarországon. A speciális problémák miatt indokolt lenne a csarnok épületeket önállóan szabályozni és több műszaki követelményt egyedileg meghatározni.

¹ 2/2002. (I. 23.) BM rendelet

Célkitűzések

Jelen értekezésben több mint 18 éves, szakmai, gyakorlati, valamint 8 éves építész tűzvédelmi szakértői, kutatói, tapasztalatok eredményeit és megfontolásait alkalmazva és egyetemesen kívánom meg elérni a következő célokat:

A probléma megfogalmazásának összegzésében említettem, hogy az egy légterű csarnok helyiségekben másképpen viselkedik a tűz, mint hagyományos épületszerkezetekkel körülhatárolt terekben. Ezért indokoltnak tartom ezen típusú épületeknél a részletesebb kutatást, szabályozást.

Ennek megfelelően a célkitűzéseim az alábbiak:

1. Csarnok épületekben az aktív tűzvédelmi rendszerek vizsgálata, az új generációs csarnok épületekben való alkalmazhatóságának elemzése.
2. Egy légterű csarnok épületekre vonatkozóan kísérletekkel bizonyítani kívánom, hogy a füstmentes levegőréteg kialakulása csak tűzjelzésre azonnal nyíló elvezetőkkel és vele egy időben nyíló légutánpótló bevezetőkkel érhető el.
3. Kísérlettel bizonyítani kívánom, hogy a minél korábbi hő- és füstelvezetés megkezdésével, a füstmentes levegő réteg kialakulásával a hatékony és biztonságos menekülés és a tűzoltói beavatkozás megvalósul.
4. Kísérlettel bizonyítani kívánom, hogy a csarnok épületekben a hő- és füstelvezető pontok sűrűbb – a jogszabályban rögzített oldalméretek betartása mellett - kialakításával az elvezetés (kéményhatás) hatékonysága növelhető, ezáltal az oldalirányú tűzterjedés csökkenthető.
5. Elemzésekkel szeretném bizonyítani, hogy a csarnok épületekben az aktív tűzvédelmi rendszerek működésének, alkalmazhatóságának összehangolásával a passzív tűzvédelmi rendszerek (épületszerkezetek tűzállósági és éghetőségi követelményei, tűzszakasz méretek stb.) követelményekre kedvezőbb értékeket lehet meghatározni, anélkül, hogy a tűzvédelem hatékonysága romlana.
6. Kidolgozom a csarnok épületekre vonatkozóan az új tudományos eredmények tükrében a mértékadó tűzszakasz méreteket, a csarnok épületekre vonatkozó új hő- és füst elleni védekezés szabályait és az épületszerkezetekkel szemben támasztott tűzvédelmi követelményeket.

Az értékelés végén összegzett következtetéseket kívánok levonni a kutatási eredményeimből és javaslatot kívánok tenni további kutatási irányokra.

Kutatási módszerek:

Az értekezés elkészítése során jelentős mértékben támaszkodtam a hazai és külföldi (EU) szakirodalom, műszaki jogszabályok, kísérletek végrehajtása, elemzésére. Az irodalmi feltárás magában foglalta a témához kapcsolódó jelentősebb kutatások, illetve azok hazai feldolgozását. Különös figyelmet szenteltem az Európai Unióban elfogadott vagy ajánlott gyakorlat megismertetésének. Saját tűzkísérletet végeztem a kutatási cél eredményességének eléréséhez. A fenti adatgyűjtést és kísérletek eredményeit elemeztem. Az elemzés eredményeiből általános érvényű következtetéseket vontam le. A téma kidolgozása során felhasználtam a több mint 18 éves szakmai tapasztalataimat, szakhatósági, építész tűzvédelmi szakértői munkám eredményeit.

I. fejezet: A csarnok épületeket érintő hazai tűzvédelmi jelen szabályozás rövid áttekintése

A csarnok épületeket, mint épület típust szabályozó tűzvédelmi szabályozó gyűjteményt nem találunk. A létesítés tűzvédelmi előírásaival egy részben a többször módosított 26/2005 (V. 28.) BM számú rendelettel hatályba léptetett Országos Tűzvédelmi Szabályzat (továbbiakban OTSZ) foglalkozik Ennek is az I. fejezete „A létesítés tűzvédelmi előírásai”, valamint a II. fejezete „A létesítés és használat tűzvédelmi előírásai”. A másik része jelenleg egy kicsit összetettebb. Korábban amikor még hazánkban a szabványok előírásai kötelezőek voltak az MSZ 595-ös szabványsorozat azaz az „Építmények Tűzvédelme” tűzvédelmi előírásai vonatkoztak valamennyi épületre. Ez nem foglalkozott az aktív tűzvédelemmel kivétel az 1994-ben hatályba léptetett MSZ 595-8:1994 „A csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése”. A többi beépített automatikus tűzvédelmi berendezést önálló szabványok szabályozták.

Az MSZ 595-ös szabványsorozat a következő fejezetekből tevődött össze:

- 595/1 Fogalom meghatározások
- 595/2 Építőanyagok osztályozása éghetőség, füstfejlesztő-képesség és égve csepegési tulajdonságuk szerint
- 595/3 Az épületszerkezetek tűzállósági követelményei
- 595/4 Középmagas és magas épületek tűzvédelmi előírásai
- 595/5 Tűzszakaszok kialakítása
- 595/6 Kiürítés
- 595/7 Tűzterhelés
- 595/8 Egylégterű csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése
- 595/9 hasadó és hasadó-nyíló felületek tűzvédelmi követelményei

Ezek közül csak két fejezetben található csarnok épületekre vonatkozó tűzvédelmi előírás, követelmény. Az egyik az MSZ 595/3 –86 (M 1987.), melyben a 2. számú táblázatban foglalják össze a csarnok épületek tűzállósági és éghetőségi követelményeket, valamint az MSZ 595-8:1994 fejezetrészben, mely csak a csarnok épületek hő- és füstelvezetésével foglalkozik. A többi tűzvédelmi, műszaki követelményt az általános épületekre vonatkozó előírásokból kell meghatároznunk.

A beépített automatikus tűzvédelmi berendezések előírásait külön-külön szabvány szabályozta. A beépített automatikus vizzeloltó berendezés (sprinkler) előírásai az MSZ 9781-es szabványban voltak találhatóak.

A beépített automatikus tűzjelző berendezést az MSZ 9785-ös szabványsorozat szabályai szerint kellett megtervezni, méretezni.

1999-ben a szabványok alkalmazásának kötelezettsége megszűnt. Az eddig jól alkalmazott tűzvédelmi előírások betartása, betartatása nélkül az építőiparban eléggé kaotikus állapotok léptek volna fel. Ezt felismerve szakmai egyeztetés után a Belügyminiszter Asszony úgy döntött, hogy az összes tűzvédelmi és polgári védelmi szabványt egy közös BM rendeletbe gyűjtve adja ki. Ezt követően szintén kötelező a korábbi tűzvédelmi előírások betartása. Ez a jogszabálygyűjtemény a 2/2002. (I. 23) BM rendelet, melyre elég sokat hivatkozom a disszertációm során.

Az értekezésemben használom az újgenerációs (új típusú) és hagyományos csarnok meghatározást. Ezek alatt az alábbiakat értem:

Hagyományos csarnok épület kritériuma a jelenlegi szabályozás szerint:

Tűzvédelmi szempontból a csarnok épületekre vonatkozó előírásokat kell alkalmazni azoknál a nagy légtérű, egyszintes épületeknél (a továbbiakban: csarnoképületeknél), amelyek:

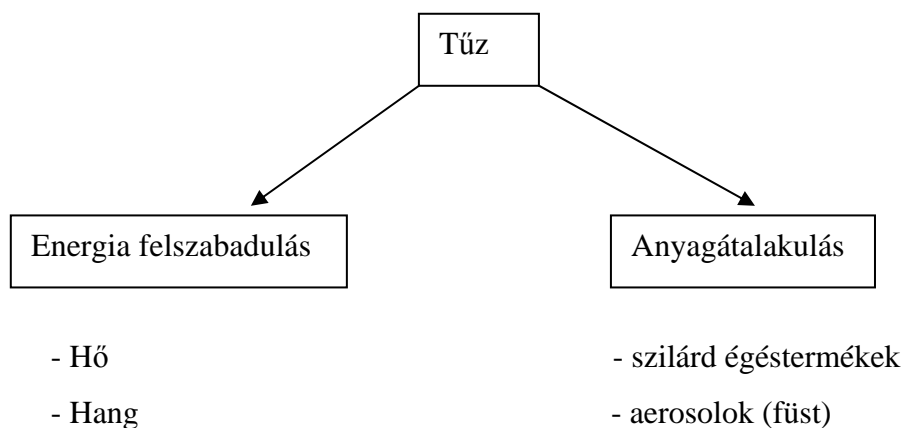
- átlagos belmagassága legalább 3,60 m,
- tetőtérrel nem rendelkeznek,
- az alapterület, illetve a tűzszakasz méretének legfeljebb 25%-a kétszintes (osztószint, galéria).

Újgenerációs (új típusú) csarnok alatt az alábbiakat értem:

- nagy alapterületű (800 m²-t meghaladja),
- nagy belmagasságú (átlag belmagasság 4 m feletti),
- mennyezet egyúttal tetőfödém vagy fedélhéjazat,
- rendelkezik legalább a csarnok épületekre alkalmazható hő- és füstelvezető berendezéssel és automatikus tűzjelző berendezéssel (1994. után épült csarnokok)
- egylegterű, de a tűszakasz méretének legfeljebb 25%-a kétszintes (osztószint, galéria),
- Megjelennek a legfejlettebb passzív tűzvédelmi rendszerek, azaz a korszerű könnyűszerkezetes épületszerkezetek.

2. A tűz detektálására alkalmas fizikai jellemzők vizsgálata

A tűz időben és térben lejátszódó összetett fizikai és kémiai folyamat. A folyamat során a reakcióterben és közvetlen környezetében különböző változások következnek be, amelyek eltérnek a korábbi állapottól. A változások jellemzőek a tűzre, a tűz környezetére. Nekünk tűzvédellel foglalkozó szakembereknek első sorban azokra a jelenségekre kell összpontosítani, amelyek a tűz legkorábbi jelzésére adnak útmutatást. Az ilyen feltételeknek megfelelő, a tűz detektálására alkalmas hatásokat, fizikai és kémiai paraméter változásokat közös, összefoglaló néven tűzjellemzőknek nevezzük.²



²⁻³ YBL M. Műszaki Főiskola Tűzvédelmi szak Kovács István Bp. 1995. óravázlatok beépített tűzvédelmi berendezések című tárgyhoz

A tűz, mint exoterm égésfolyamat, jelentős energia átalakulást idéz elő. Hő szabadul fel, amely szétterjed a környezetében. A hőtranszport három alapformája közül a hővezetés nem igazán jöhet számításba, mivel az éghető anyagok többsége rossz hővezető, valamint elég lassú és kis hatósugarú. A felszabaduló hő legnagyobb része hőáramlással (konvekcióval) távozik a tüztérből.

A füstgáz, a felmelegedett levegő nagy energia tartalommal fölfelé áramlik, födémek, akadályok alatt szétterjed és a tüztől távolabbi pontokban is jelentősen megemelheti a helyi hőmérsékletet. A megemelkedő hőmérséklet bizonyos értéke (küszöb hőmérséklet), vagy a változás sebessége (hő sebesség) is érzékelhető, így több módon is alkalmas lehet a tűz jelzésére. Erőteljes konvekció kialakulásához meglehetősen nagy hőfelszabadulás kell a reakció zónában, vagyis már csak a tűz jelentős hőproduktummal bíró, fejlett szakaszában van mód a szétterjedő hő észlelésére. Ezért a hőérzékelők nem tudják biztosítani a legkorábbi jelzés kritériumát. A felszabaduló energia szétterjedésének harmadik formája a sugárzás, elektromágneses hullámok formájában. A hőszugárzás minden testre, minden halmazállapotra és minden hőmérsékletre jellemző.³ Ez teljesen csak az abszolút fekete testekre igaz, a valóságos testek sugárzásában helyi maximumok is előfordulhatnak. Az égés szokásos hőmérsékletein ez az energia maximum az infravörös tartományba esik. Az energia ilyen terjedése fénysebességgel történik, azaz nem kell jelzési késedelemmel számolnunk. Számolnunk kell viszont számos zavaró tényezővel (egyéb hőkibocsátó testek, fűtőberendezések).

A tűz másik jellegzetessége az anyagátalakulás. A kiinduló anyagokból egy más minőségű diszperz rendszer jön létre. Az égés közbenső és végtermékeinek egy része helyben marad (hamu, salak), más része eltávozik és szétoszlik a környezetben. A helyben maradó anyagok nem alkalmasak tűz jelzésére. Az eltávozó anyagok: füstgázok, gőzök, illetve az ezekkel és a felmelegedett levegővel szállított szilárd és folyékony részecskék az ún. aerosolok. A reakció zónát elhagyó erőteljesen fölfelé áramló anyagi minőségek is jellemzőek a tűzre. Jelentőségüket növeli, hogy számos tűzfajta a korai fázisában, a kis hőfejlődés idején is már produkál szétterjedő füstöt, ami lehetőséget ad a tűz igen korai felfedezésére.

Dr. Beda László Égés és oltásmélet I. Jegyzet tűzvédelmi szakos hallgatók részére YMMF Budapest, 1994.

A füst stabil képződmény, részecskéinek nagysága 0,001-10 μm közé esik⁴. A részecskék nem ülepednek ki, ezért a füst hosszú ideig megmarad. Az égés füstgázaiban lévő aerosolok kimutatása a tűz észlelésének egyik legalapvetőbb formája.

A tűz során a hőfejlődéssel a nyomás viszonyok is megváltoznak. Az épületben a forró gázok áramlása a kifejlődött tűz által okozott nyomáseloszlásoktól függ.

Állandósult tűz hatása alatt az épületben keletkező nyomás, amely a környező atmoszféra irányában érvényesül az alábbiak szerint: a padlószint közelében enyhén az atmoszférikus nyomás alatt van, a mennyezet közelében az atmoszférikus fölött van. Ha a tűz kiterjedése nő, megnő a forró gázok rétegvastagsága és ezzel együtt a mennyezet alatt a nyomás, ugyanakkor a padlószinten mutatott nyomás már nem olyan alacsony, mint amikor az egyensúlyi állapotban volt. Ez abból következik, hogy állandó nyomáson a forró réteg gázai nagyobb térfogatot töltenek be, illetve az épületszerkezetekkel körül határolt térben a térfogatuk korlátozva van. Ebből következően a nyomásuk megnő a hideg levegőhöz képest. A nyomásnövekedés mértéke az égésgáz termelődés sebességének és a forró gázok kiszellőzésének a sebesség arányától, a gázok hőmérsékletétől, az épület (helyiség) térfogatától és a bevezető és kiszellőző nyílások össz. keresztmetszetétől függ. Amennyiben a tűz igen gyorsan nő, a nyomás is rohamosan növekszik, a nyomás növekedés akkora is lehet, hogy üveg ablakok törhetnek ki, rendkívüli esetekben a falak is sérülhetnek. A fentiek általános épületekre vonatkoznak. Nézzük meg a tűz lefolyása csarnok épületekben miben térhet el és miben marad meg az előzőekhez képest.

Az, hogy a tűzjellemzők hogyan jönnek létre, milyen veszélyeket rejtenek magukban az szinte ugyan az. Nézzük meg miben térhetnek el. Általában a füstgáz, a felmelegedett levegő nagy energia tartalommal fölfelé áramlik, födémek, akadályok alatt szétterjed. Ez a csarnok épületekben a nagy belmagasság miatt nem mindig így alakul. A nagy belmagasság és légtérfogat miatt olykor a tűz lefolyása inkább a szélcsendes szabadtéri tűzhez hasonlítható. Vannak esetek azonban mikor olyan anyag van jelen, melynek nagy a füstfejlesztő képessége. Ezeknél az éghető anyagoknál általában a kezdeti szakaszban még nincs lánggal való égés, ezért a füstnek nincs akkora termikus energiája, hogy a nagy belmagasságú mennyezet alá terelje a füstöt, ezért az már az alacsonyabb belmagasságnál szétterül oldal irányba.

⁴ YBL M. Műszaki Főiskola Tűzvédelmi szak Kovács István Bp. 1995. óravázlatok beépített tűzvédelmi berendezések című tárgyhoz

Ennek az a következménye, hogy ami bevált a kis belmagasságú tereknél a tűzjellemzők korai észlelésére az már nem biztos, hogy működik a csarnok épületeknél is. Erre részletesebben kitérek az aktív tűzvédelmi rendszereken belül a tűzjelzők hatékonyságának vizsgálatakor.

A fejezet összefoglalása

A fentiekből kiderül, hogy a tűz korai detektálása, érzékelése nem olyan egyszerű feladat. Egyértelműen levonható az a következtetés, hogy a tűzjelzésre a leghamarabb megjelenő tűzjellemző az a füst. Időrendben vizsgálva percekben, sőt tízpercekben is mérhető a reaklási idő gyorsaság a hőérzékelőkkel szemben. Ez fokozottan igaz a csarnok épületekre, melyekben a hagyományos helyiségekhez képest lényegesen magasabb belmagassággal kell számolnunk.

A következő fejezetben nézzük meg hogyan viselkedik a tűz csarnok épületekben.

II. fejezet: Csarnok épületekben keletkezett tüzek jellemzői:

1. A tűz viselkedése csarnok helyiségekben⁵

Épületszerkezetekkel körül határolt térben a tűz teljesen másképpen viselkedik mint szabadban, hiszen a feltételek is teljesen mások. A felszálló füstöt és tűzoszlopot a tető gátolja a további felfelé áramlásban, ezért azt elérve igyekeznek szétterülni a födém alatt.

Ezt követően hő- és füstelvezető működése nélkül a füst felülről lefelé haladva folyamatosan kitölti az egész helyiséget. A menekülés, a személyek mentése a célzott tűzoltás szinte lehetetlen. Csak a keletkező hőmérsékletekkel szemben nem eléggé ellenálló tetőszerkezet későbbi összeroskadása teszi lehetővé az összetorlódott füst és égésgázok távozását a légkörbe. Mindenesetre az épület és az esetleg bezárt személyek számára ekkor már minden mentési kísérlet túl késő. A tűz égés közben füstgázokat, bomlástermékeket és hőt hoz létre, amelyeket a termikus felhajtó erő felhajt a födém vagy a tető alá, majd onnan oszlanak szét az egész helyiségben és a tűz pusztítása mellett ezek is tetemes károkat okoznak.

A füstgázok először a látást akadályozzák, ennek következménye a tájékozódás elvesztése és a pánik a bent rekedt személyek már nem találják meg a menekülő utakat.

Továbbá a készenléti (beavatkozó) tűzoltók csak nehezen tudják a tűzfészket behatárolni illetve eloltani azt. A füst utólagosan a tűz fészketől távoli javaknak is árt. A meleg füst bomlástermékeket továbbít, ezek magasabb hőmérsékleten többnyire éghetőek és mindezekelőtt erősen mérgezők. Nehezítik a légzést, füstmérgezést és fulladásos halált okoznak, ami 80 %-os aránnyal sajnálatosan a tűz okozta káreseteknél a leggyakoribb halált kiváltó ok. Ilyenkor az oltást csakis kizárólag légzésvédelmi felszerelésben (Magyarországon túlnyomóságos légző álarc sűrített levegős rendszerrel) lehet végezni.

A tűz égése során a termikus energiája miatt forró füst- és égésgáz réteget képez a födém alatt, mivel a tűz kiterjedésével egyre több hőenergiát pótol, a hőmérséklet állandóan emelkedik. Amennyiben eléri az alkalmazott építőanyagok illetve az ott tárolt, elhelyezett anyagok gyulladási hőmérsékletét, akkor a födém alján úgynevezett másodlagos tűzfészkek, a magasan tárolt anyagoknál pedig csúcstüzek keletkeznek. Az égve lehulló részek további tűzfészkeket alakíthatnak ki.

⁵ Zoltán Ferenc: Csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése ZMNE 2002. Egyetemi diploma munka

Az egész helyiségben felszabadult éghető bomlástermékek a gyulladási hőmérsékletük túllépésével átgyulladáshoz, teljes lángba boruláshoz – „flashover”-hez – vezetnek. 500 °C felett eléri azt a hőmérsékletet, amelyeknél az acél épület tartószerkezet, de még a vasbeton vasalásai is – nem megfelelő betontakarás esetén - elvesztik teherbíró képességüket.

A flashover meghatározása:⁶

A flashover a zártterű tüzek fejlődésének egy szakasza, átmenet a teljesen kifejtett tűz irányába, hirtelen bekövetkező jelenség és legalább olyan nagy jelentőségű a kár szempontjából, mint maga a meggyulladás. Úgy tekinthető, mint az az időpont, amelytől kezdve jelentős épületszerkezeti károsodások várhatók. A helyiségben tartózkodók nem valószínű, hogy túléljék az eseményeket és a tűz kezd átterjedni a szomszédos térrészbe is.

A flashover, fizikai definícióját tekintve (és a tapasztalat szerint) akkor következik be, ha a következő feltételek fennállnak:

- a felső réteg hőmérséklete $T_{hl} \geq 600$ °C
- a padlószinten a hőáram ≥ 20 kW

A fentiekből látható, hogy a füst- és hőelvezető berendezések a megelőző építészeti tűzvédelem elengedhetetlen szerkezeti elemei.

Hatásuk a bekövetkezett tüzeseteknél egyértelműen megmutatkozik.

Tovább vizsgálódva, a fentieket elemezve nézzük meg egy csarnok jellegű épületben a tűz időbeni lefolyását, füst- és hőelvezető berendezés nélkül, és berendezéssel.

2. A tűz időbeni lefolyásának vizsgálata füst- és hőelvezető berendezés nélkül:

Általában az első 15 percben a füstgáz kialakulása jelenti a tűz következményének látványos eseményét, a környezeti hőmérséklet eleinte csak kevéssé emelkedik. Ez a nagy füstgáz mennyiségek kialakulásával megváltozik. A forró füst és gyúlékony égésgázok összegyűlnek a födém alján és ott igen gyorsan emelkedik a hőmérséklet.

Már a 15. perc után sor kerülhet a helyiség felső részében az első másodlagos tüzekre a tető- illetve a födém szerkezetnél, majd a csúcstüzekre, végül az éghető bomlástermékek gyulladására azaz a „flashover”-re.

Egy így keletkezett tűz 20 percnél hamarabb kialakulhat, és többnyire már eredményesen nem is oltható.

⁶ Dr. Beda László tű. ezredes Épületek tűzbiztonságának műszaki értékelése doktori PhD értekezés

3. A tűz időbeli lefolyásának vizsgálata füst- és hőelvezető berendezéssel

Egészen másképpen és lényegesen lassabban megy végbe a tűz, ha a födém alján összegyűlő forró füstgázok és éghető bomlástermékek a szabadba elvezetődnek. Ezáltal elkerülük a veszélyes forró és gyúlékony gáznemű anyagok összetorlódását a helyiségben. A hőmérséklet emelkedése enyhül és sokkal lassabban megy végbe. Másodlagos és csúcstüzek, illetve a „flashover” késleltetve, vagy egyáltalán nem alakul ki. A készenléti tűzoltó egységeknek több idejük van az oltásra, mivel a tűz a megérkezésükkor még nem fejlődött ki teljes tűzzé. Ez szerintem csak akkor teljesülhet, ha a készenléti tűzoltó egységek kb. 20-30 perc között tudják megkezdeni a beavatkozást, illetve ha automatikus tűzoltó-berendezés is került beépítésre a helyiségbe.

Ezeknek a tűzszármazékoknak az elvezetéséhez tehát szükség van a tetőn kialakított nyílásokra, azaz a füst- és hő elvezetőkre. Amennyiben ezek hiányoznak, ami régebbi – 15 évvel korábban épült – épületeknél sajnos még megfigyelhető, hogy sokkal több halálesettel, balesetekkel és másodlagos kárral kell számolni.

A készenléti tűzoltók ezt már sokkal régebben tapasztalták, amikor egy égő csarnok tetőhéjazatába lyukakat vágtak, így felfedezték a hő- és füstelvezetés fontos szerepét.

Ezeket a lyukakat keresztül vezették el a födém alatti túlnyomás miatt összegyűlt tűzszármazékok bizonyos mennyiségét a külső légkörbe. Ezeket a tapasztalatokat tűzkísérletekkel tovább fejlesztették és így jutottak el a mai füst- és hőelvezető berendezésekig.

4. Hatékony tűzoltói beavatkozás feltételei csarnok épületekben⁷

Magyarországon a rendszerváltást követően rohamosan, szinte gomba módra nőttek, épültek az egylégterű, nagy csarnok jellegű bevásárló központok (CORA, AUCHAN, METRO, TESCO, stb.), valamint a raktár illetve logisztikai központok. Korábban ez nem volt jellemző hazánkban. Az előzőekben kifejtettek miatt egy csarnok épületben kialakult tűz nem szokványos módon viselkedik.

Ez elsősorban a nagy belső térrel magyarázható, ahol egyszerre és egy időben nagy mennyiségű levegő (égést tápláló gáz) van jelen, továbbá a nagy belmagassággal (általában 10-12 m) ahol kihasználva ezt magas polcos jellegű anyagtárolás történik.

Ezzel az egy négyzetméterre vetített tűzterhelés egy hagyományos épülethez képest többszörösére növekedett.

⁷ Dr Földi László-Zoltán Ferenc: A hatékony tűzoltói beavatkozás feltételei csarnok épületekben = AARMS 2005/ sz. p.

A hatékony tűzoltói beavatkozást befolyásoló körülmények:

A csarnokokban elhelyezett, tárolt anyagok, csomagolóanyagok többsége, vagy önmaga is tartalmaz intenzív füstfejlesztő elemeket.

Ez azt eredményezi, - hatékony hő-és füstelvezetés nélkül – hogy szinte percek alatt telítődik a helyiség füsttel. Még a legkorábbi tűzjelzést is figyelembe véve a tűzoltók helyszínre érkezéséig, illetve a beavatkozás megkezdéséig füsttel megtelt helyiséggel találkoznak. Ekkor a felderítés során pontosan nem lehet meghatározni a tűz kiterjedésének nagyságát, tárolt anyagok veszélyeztetettségét, az épületszerkezetek károsodását. A tűzoltás vezetőnek (TV) feladata, hogy életmentés miatt épületen belül felderítést végezzen. Ez hatékony hő-és füstelvezetés nélkül nagyon megnehezíti a tűzoltók esküben vállalt feladataik elvégzését. Nehéz a tűzoltás vezető feladata, mert ebben a helyzetben másodpercek alatt kell döntenie a beavatkozás taktikájáról amihez nincs megfelelő konkrét információja.

Csak azt tudja mekkora a tűzszakasz mérete, ezért a tűzoltás során ez az alapvezető támpontja a bevetéshez szükséges erő - eszköz meghatározásához.

A csarnok épületek nagy többségében magas polcos tárolás történik. Ez megnehezíti a gyors és hatékony felderítést. A helyiségbe lépve sűrű füsttel találkozik, nem látja a polcok pontos elhelyezését, a hő hatására az épületszerkezetek, a fémpolcok tartószerkezetei mennyire károsodtak, a beavatkozó tűzoltók az omlás veszélyeit figyelembe véve biztonságosan tud-e közlekedni és nem látják a közlekedési, mentési útvonalakat.

A hatékony hő-és füstelvezetésről akkor beszélhetünk, ha az ott tárolt anyagok megfelelően történt a méretezési csoport megválasztása, a kötényfalak mélysége összhangban van a füstmentes levegő méretezésével és nem utolsó sorban a füstelvezető kupolákkal egy időben gondoskodunk a frisslevegő bejutásától a csarnok alsó harmadában (lásd 1. ábra).



1. ábra A hatékony hő- és füstelvezetés
2005. január 17. Tűzkísérlet Dél-Budai Logisztikai Központ

Ezek hiányában nem tud kialakulni a hatékony füstelvezetés (2. ábra), nem alakul ki a kéményhatás, mely nagy sebességgel, kürtő jelleggel vezeti el az égéstermékeket (hőt és a füstöt).



2. ábra Friss levegő utánpótlás nélküli hő- és füstelvezetés
2005. január 17. Tűzkísérlet Dél-Budai Logisztikai Központ

A kupolák hiába nyílnak a lehető leggyorsabban a korai tűzjelzés hatására, ha a friss levegő utánpótlás hiányában nem alakul ki a kéményhatás és a füst csak „pipál” a tetőn keresztül és nagyobb lesz a füst keletkezése mint az elvezetés.

A tűzoltók kiérkezésekor szintén füsttel telt helyiséggel találkoznak, ekkor csak nagy késséssel alakítható ki a frisslevegő betápláló kapuk kézi nyitásával a hatékony füstelvezetés vagy már nem egyáltalán alakítható ki. Taktikailag ennek hatékonysága fokozható mobil befúvó ventilátorok segítségével. De ez nem biztos, hogy megfelelő segítség az esetlegesen bent rekedt személyek biztonságos kimentéséhez.

Ezt támasztotta alá 2005. január 17-én végzett tűzkísérletem is, melyet későbbiekben részletesen bemutatok.

A biztonságos és hatékony beavatkozás feltételei:

Az előzőekben leírtakból látható, hogy egyik legfontosabb feltétel a hatékony tűzoltói beavatkozásnak a csarnok épületben a hatékony hő és füstelvezetés. Ezzel biztosítható, hogy minimum a csarnok helyiségének számítási belmagasság fele füstmentesen maradjon. Továbbá, hogy a bent tartózkodó személyek biztonságosan és gyorsan ki tudjanak menekülni. A beavatkozó tűzoltók a helyiségbe jutáskor látják a tűz fészket, a polcok és egyéb akadály tárgyak elhelyezését és nem utolsó sorban az épület tartószerkezetének állapotát.

Ezzel biztonságosan megvalósítható a belülről való tényleges tűzoltás, a tűzoltó fel tudja mérni a beavatkozás járulékos veszélyeit.

A hatékony hő-és füstelvezetés nagyon fontos feltétele, hogy a lehető legkorábban lépjen működésbe. Ehhez elengedhetetlen a korai tűzjelzés, amely vezérli a hő-és füstelvezető berendezést. Tehát nagyon fontos a legjobb hatékonyságú tűzjelző berendezés kiválasztása. Ezt a részt a későbbi fejezet részben fogom kifejteni.

A fejezet összefoglalása:

E fejezetben a tűz a csarnok épületekben keletkezett tüzek jellemzőivel és a hatékony tűzoltói beavatkozás feltételeivel foglalkoztam. Megvizsgáltam a tűz viselkedését csarnok helyiségekben. Választ kerestem, hogyan viselkedik a tűz időbeni lefolyása füst- és hőelvezető berendezés nélkül és füst- és hőelvezető berendezés működésével. Megállapítható, hogy a hő- és füstelvezetés nélkül a füst igen gyorsan megtölti a csarnok belsejét füsttel, ezáltal romlanak a menekülés és a mentés feltételei egyaránt. Továbbá az is megállapítható, hogy a légutánpótló berendezések nyitása is lényeges a kezdettől fogva, mert ennek hiányában nem tud kialakulni a hatékony füstelvezetés, nem alakul ki a kéményhatás, mely nagy sebességgel, kürtő jelleggel vezeti el az égéstermékeket. Megállapítható, hogy ezen aktív tűzvédelmi berendezés hatékony működése nélkül nem valósulhat a hatékony tűzoltói beavatkozás.

A hatékony tűzvédelem igen összetett feladat. Nem lehet csak egy rendszer, eszköz működésére hagyatkozni. Nagyon sok múlik az épületszerkezetek tűzállósági, éghetőségi paraméterein. A hatékonyság akkor valósul meg ha az aktív és passzív tűzvédelmet is igen alaposan, megtervezzük, méretezzük a hő- és füstelvezető berendezést, nem mindegy milyen tűzjelző berendezést, és nem utolsó sorban milyen beépített automatikus oltóberendezést alkalmazhatunk hatékonyan a csarnok épületekben. A következőkben megvizsgálom az aktív és passzív tűzvédelem alkalmazhatóságát csarnok épületekben.

III. Fejezet: Aktív-passzív tűzvédelmi rendszerek hatékonyságainak vizsgálata újgenerációs csarnok épületekben

Az aktív-passzív tűzvédelmi rendszer, mint tűzvédelmi meghatározás nem szerepel a jogszabálytárunk fogalom meghatározásai között.

Aktív tűzvédelmi rendszer alatt az alábbiakat értem:

Az *aktív* tűzvédelemhez tartoznak azok az automatikus jelző, érzékelő, beavatkozó, továbbító elektromos és elektronikus rendszerek, melyek a keletkező tüzet és kísérő jelenségeit (hő, füst = tűzjellemzők) érzékelik. Ezeket továbbítják egy központi berendezéshez, mely pl. hangjelzéssel figyelmeztet és riaszt, vagy beavatkozással nyitja a sprinkler szórófejek vízellátását, indítja a füstelvezetőket.

Passzív tűzvédelmi rendszer alatt azt értem:

mely az előzővel szemben az építménybe szervesen beépülve, oda célszerűen alkalmazott módon illeszkedik az építmény szerkezetébe. Ezek különböző – részben “*nem éghető*” (“A” csoport), részben “*éghető*” (“B” csoport) – anyagokkal kombinálva olyan új építőanyagokat, termékeket eredményeznek, melyekkel az épületszerkezetek tűzállósági határértéke (T_H) jelentősen növelhető.

Passzív rendszerek hatékonyságát befolyásoló tűzvédelmi paraméterek:

- a tárolt, elhelyezett anyag magassága,
- tárolási módja
- ezzel összefüggésben az időleges (épület szerkezetek kivételével) tűzterhelés, stb.,
- a tűzszakasz kialakítása, nagysága
- csarnok épületekben meghatározó még a füstszakaszolás kialakítása

Ezek mind befolyásolják a passzív tűzvédelmi rendszerek hatékonyságát. Ezért körültekintően kell meghatározni a passzív tűzvédelmi rendszerek követelményeit.

1. Passzív tűzvédelmi rendszerek:

Az előzőekben megfogalmazottaknak megfelelően az építészeti tűzvédelemben megkülönböztetünk tartószerkezeteket, melyek az épületek állékonyságát biztosítják tűzzel szemben meghatározott követelmény szintig (tűzállósági határérték T_H). Továbbá vannak térelhatároló szerkezetek (falak, födémek álmennyezetek stb.), melyek funkciójához rendelünk tűzvédelmi követelményeket.

Az építőanyagok tűztechnikai tulajdonságai:

Az anyagok éghetősége:

Az éghetőség az anyag tűzzel, illetve magas hőmérséklettel szembeni viselkedésének meghatározására szolgáló jellemző. Két nagy csoportot különböztetünk meg: „nem éghető” (A1, A2), valamint „éghető” (B1, B2, B3)⁸

Az utóbbi csoportot három alcsoportba soroljuk: B1 = nehezen éghető, B2 = közepesen éghető, B3 = könnyen éghető.

Újdonság, hogy az új jogszabály a nem éghető anyagokat is alcsoportokba osztja:

A1 = Fémek, szervesetlen szilikátipari termékek, egyéb szervesetlen anyagok

A2 = Azok az éghető és nem éghető összetevőkből álló anyagok és anyagkombinációk, amelyek az építési anyagok „nem éghetőségének” vizsgálatára és minősítésére vonatkozó műszaki előírások alapján „nem éghető”-nek minősülnek.

Továbbá a jogszabály az anyagokat füstfejlesztő képesség, valamint égve csepegés hajlam szerint is osztályozza.

Füstfejlesztő képesség szerinti osztályok:

Füstöt nem kibocsátó anyag F0

Mérsékelt füstfejlesztő képességű anyag F1

Fokozott füstfejlesztő képességű anyag F2

Égve csepegési tulajdonság szerinti osztályok

Az anyagból tűz vagy magas hőmérséklet hatására olvadék nem képződik C0

Az anyagból tűz vagy magas hőmérséklet hatására gyulladást okozó olvadék nem képződik C1

Az anyag tűz vagy magas hőmérséklet hatására égve csepeg és gyulladást okoz C2

Nézzük meg az építőiparban leggyakrabban alkalmazott épületszerkezeti anyagok viselkedését tűz, vagy magas hőmérséklet hatására.

⁸ 2/2002. (I.23.) BM sz. rendelet Tűzvédelmi műszaki követelmények I. fejezet Építmények tűzvédelmi követelményei I/2 fejezet építőanyagok osztályozása éghetőség, füstfejlesztő képesség és égve csepegési tulajdonságuk szerint

1.1. Fa és fa alapanyagú szerkezetek:

Tűztechnikai szempontból ide sorolhatók az összes növényi eredetű építőanyagok, annak ellenére, hogy esetenként a tűzzel szembeni viselkedésük jelentősen eltérő.

Közös tulajdonságuk, hogy éghetőek, égésük során nem lágyulnak, nem olvadnak, égésgázok közül legfőbb veszélyt a szénmonoxid és a széndioxid okozza.

A toxikus égésgázok szempontjából külön kell megítélni az egyes anyagokból, ragasztókból, égésgátló anyagokból stb. származó egyéb gázokat. A növényi eredetű építőanyagok égésének hevességére nagymértékben jellemző a felület-tömegarány. Ezért igen heves égők a nád, szalma, stb., és viszonylag jó tűztechnikai tulajdonsággal rendelkeznek a nagy keresztmetszetű faszerkezetek. Fából és fahelyettesítő anyagokból készülhetnek teherhordó és térelhatároló szerkezetek és burkolatok. Az egyéb növényi eredetű anyagok elsősorban hő-és hangszigetelések, valamint tetőhéjalások anyagaként kerülnek felhasználásra. Esetenként az épületek állandó tűzterhelésének jelentős részét alkotják. Ahhoz, hogy a fa tűzvédelmi problémái elemezhetőek legyenek, mindenképp először a fa tűzben való viselkedését kell megvizsgálni. Hő hatására a fában ún. száradási folyamat indul meg, mely folyamat 110-120 °C-ig tart. 120-150 °C között olyan termikus bomlás folyamat megy végbe, melynek következtében éghetetlen széndioxid (70 %-os részarányban) keletkezik).

A hőmérséklet tovább emelkedésével megindul a fa fő alkotó része, a cellulóz lebomlása. Az eközben keletkezett szénhidrogének 230 °C-on nyílt láng hatására lángra lobbannak. Ez az ún. gyulladási hőmérséklet. Ennél magasabb hőmérsékleten, mintegy 350-400 °C-on a keletkező bomlástermékek a levegő oxigénjének a jelenlétében lángra lobbannak, öngyulladás következik be. Ezt a hőmérsékletet öngyulladási pontnak nevezzük. Mindkét gyulladási pont meghatározott értéke több tényezőtől függ. Így befolyásolja a testsűrűség, a szöveti felépítés, a gyanta tartalom és még sok más és a fafajtól, termőhelytől stb. függő tényező. A gyulladást követő égés folyamata nem egyenletes. Az égés kezdetén kialakuló elszéneseedett felszíni réteg akadályozza, lassítja a tovább égést. A karbonizálódott réteg jó szigetelőképesége révén ugyanis csökkenti a mélyebb rétegek felmelegedését, az éghető szénhidrogének fejlődését. A tartósan magas hőmérséklet hatására az égés átmeneti lassulását követően intenzívebb égés jön létre. A fa ugyanis teljes keresztmetszetében átmelegszik, így teljes keresztmetszetéből éghető szénhidrogének szabadulnak fel, ezek a felszínre törnek és elégnak. Ezt követi a visszamaradó faszén utóizzása, mely a levegő oxigénjének jelenlétében a faanyag hamuvá történő elégéséhez vezet.

Az égési folyamatot a fa anyagi tulajdonságai és ezen kívül mérete, megjelenési formája, aprítottsága is befolyásolják. A repedezett, vagy finoman tagolt felületek könnyebben gyuladnak meg és égnek el, mint a nagy sima felületek. A beégési sebességet és az azzal összefüggő tűzállósági határértéket nagymértékben befolyásolja a korábban említett faszénképződés. Ez a szigetelőréteg ugyanis a keresztmetszet kerületének és a területének megfelelő aránya esetén kielégítő védőhatást nyújt mindaddig, míg a faszénréteg által védett szerkezeti mag biztosítani képes a megfelelő szilárdsági értékeket. Hazai és külföldi kísérletek egybehangzó eredményei szerint a fa átlagos beégési sebessége 0,6-0,9 mm/min. Ezen értékek birtokában méretezhető adott esetben valamely tartószerkezet tűzállósága. Az eddigieket röviden összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a fa égési folyamatát anyagi tulajdonságai és méretei, az épületszerkezetben való megjelenési formája befolyásolja. Természetes, hogy a védőeljárásokat (égéskésleltetés) éppen ezen befolyásoló tényezőkre kell alapozni.

1.2. Fémszerkezetek:

Elttekintve a csapadékszáró és épületgépészeti berendezésektől, építőipari felhasználás szempontjából az acél és alumínium szerkezetek vehetők számításba. A könnyűszerkezetes építési rendszer elterjedése (mint pl. a csarnokok) elsősorban a hidegen hengerelt, ún. vékonyfalú szerkezetek tömeges alkalmazását tette szükségessé. Az alumínium felhasználása tartószerkezetek céljára nem jellemző, de térelhatároló szerkezetek váz- és burkolóanyagként, valamint nyílászáróként igen jelentős. Tűztechnikai szempontból közös jellemzőjük, hogy nem éghetőek, azonban védelem nélkül (burkolás, tűzvédő festés stb.) a tűzzel szembeni ellenállásuk igen alacsony. Teherhordó szerkezetként a melegen hengerelt, 5 mm falvastagság feletti szelvények tűzállósága a falvastagság függvényében 15-25 perc, a hidegen hengerelték 10-12 perc. Az alumínium teherhordó szerkezetként nem alkalmazható, mivel tűz hatására már a kezdeti stádiumban elveszti szilárdságát.

A fémszerkezetek alkalmazása tűzvédelmi szempontból kettős:

- egyrészt kedvező, mert nem növelik az épületben lévő éghető anyagok mennyiségét, azaz a tűzterhelést,
- másrészt kedvezőtlen, mert védelem nélkül (elsősorban tartószerkezetként alkalmazva) rövid idő alatt az épület, illetve épületszerkezetek tönkremenetelét okozhatják.

A fémek akkor veszítik el hordképességüket, állékonyságukat, ha felmelegítik azokat az ún. kritikus hőmérsékletre. A különböző főbb fémszerkezetek kritikus hőmérséklet értékeit a következő táblázat tartalmazza:

Fémszerkezet típus	τ_{krit} (°C)	Tűzállósági határérték (min.)
Melegen hengerelt acél, 5 mm falvastagság fölött	450- 500	15
Hidegen hengerelt acél, vékony falú szerkezetek, 5 mm falvastagságig	350-400	10-12
Alumínium (AlSi, AlMgSi) ötvözet	180	4
Alumínium (AlCuMg) ötvözet	200	6

1. táblázat Különböző fémszerkezetek kritikus hőmérséklete és tűzállósági határértéke Ybl MMF MAVI Magasépítési Tanszék dr. Mészáros Gyula Tűzvédelmi Ismeretek Jegyzet

1.3. Szilikát alapanyagú szerkezetek:

Felhasználásuk gyakoriságát tekintve elsősorban

- égetett agyag (durva kerámia)
- beton
- vasbeton
- könnyűbeton és
- vegyes szerkezeteket alkalmaznak.

Égetett agyag:

Az égetett agyagtéglából készült falazatok tűzzel szembeni ellenállása igen jó. Hőszigetelő képességük folytán a felmelegedési határállapot szempontjából a 6,0-6,5 cm vastag téglafalak (nem teherhordó szerkezetként) több, mint 1,0 óra, a 12 cm vastag falak legalább 4,0 óra tűzállósági határértékkel rendelkeznek. A teherhordó falazatok tűzállósági törési határértéke azért jelentős, mert a tartószerkezeti szempontból szükséges keresztmetszet lényegesen nagyobb annál, mint a tűzállóság megkövetelne. A csarnok épületek alapvetően könnyűszerkezetes építési módszerrel készülnek, ezért a téglafalazat tartószerkezetként nem jellemző. Ezért ezt továbbiakban nem részletezem.

Betonszerkezet:

A beton tűzzel szembeni viselkedése lényegesen eltér a téglától, a tűzállósági határérték vonatkozásában a betonszerkezetekre nézve is érvényes az a megállapítás, hogy a statikai szempontból szükséges keresztmetszetű nyomott szerkezetek tűzállóságilag is megfelelőek, így külön tűzvédelmet nem igényelnek. Ezért ezzel a kérdéssel sem foglalkozom bővebben.

Részletesebb tárgyalást igényelnek a vasbeton és feszített betonszerkezetek. A vasbeton és feszített beton szerkezetek tönkremenetele tűz vagy magas hőmérséklet hatására az alábbi tényezők következtében állhat elő:

- a húzott zónába ágyazott acélbetétek szilárdságának csökkenése a felmelegedés fokozásával,
- a nyomott beton szilárdságának magas hőmérsékleten beálló csökkenése,
- a nyomott betonöv felületének csökkenése (levállások, szerkezeti fellazulások),
- az acélszálak tapadásának megszűnése miatt.

Tűz hatására a beton szerkezetében fizikai és kémiai elváltozások következnek be. A fizikai elváltozások is alapvetően kétféle okra vezethetők vissza. Az egyik magának a beton szerkezetének felbomlása, és pedig annak következtében, hogy az egyes granulátumok – elsősorban a szilícium-dioxid tartalmúak – kb. 520 °C körül jelentős térfogat növekedésen mennek keresztül. Így a fellazult beton szilárdsága nagymértékben csökken.

A másik fizikai jelenség általában nyomott betonfelületek réteges leválásában figyelhető meg, amelynek egyik oka az, hogy a betonból távozó kötött víz vízgőz formájában eltávozásakor lefeszíti a felületi rétegeket.

Másik oka a felületi leválásoknak, hogy a nyomószilárdság jelentős hányadára igénybe vett beton nem tudja felvenni a hőtágulásból származó újabb nyomóerőt, így morzsolódik, tönkremegy. Ezért a felületi rétegek robbanásszerű leválását elsősorban a viszonylag tömörebb szerkezetű, nagy szilárdságú betonoknál, illetve a feszített szerkezeteknél lehet megfigyelni. Ezért a hajlításra igénybe vett feszített szerkezeteknek a tűz kezdeti stádiumában való viselkedése terhelt állapotában jobb, mint terheletlenül.

A beton kémiai átalakulása elsősorban a cementkőben játszódik le, a kalcium-hidrát dehidratálása, valamint a kalcium-karbonát felbomlása révén.

A hajlításra igénybe vett szerkezetek tönkremenetelét azonban elsősorban a betonacélok felmelegedése következtében előálló nagyfokú alakváltozás, illetve az acélbetétek szakadása okozza. Hagyományos, melegen hengerelt betonacélok 80 %-ára igénybe véve általában 480-500 °C, hidegen alakított és feszített huzalok 380-400 °C körül veszítik el teherhordó képességüket.⁹

Azt a hőmérsékletet, amelyben egy adott igénybe vétel mellett az acél oly mértékben elveszti szilárdságát, hogy a számításba vett statikai szerepét betölteni már nem képes, az acél kritikus hőmérsékletének nevezzük. A kritikus hőmérséklet tehát igénybevételtől függő hőmérsékleti érték. A betonacélok felmelegedési folyamatát a vasbeton szerkezet keresztmetszeti méretei és formája, valamint a betonacélt fedő betonréteg vastagsága határozza meg. Ezért a tartószerkezeti szabványokban, valamint az ide tartozó tűzvédelmi jogszabályban meghatározott betontakarást minden esetben biztosítani kell.

1.4. Műanyagok:

Az utóbbi évtizedekben a műanyagok építőipari felhasználása jelentősen megnőtt. Bár az elmúlt néhány évben éppen a kedvezőtlen tűztechnikai tulajdonságokból adódóan az egyes országok tűzvédelmi szervezetei korlátozták a műanyag épületszerkezetek felhasználását, azonban a berendezési tárgyak, nyílászárók terén ez a korlátozás nem tudott érvényesülni. A műanyagok tömeges alkalmazásának tűzvédelmi problémái az alábbi fő kérdések köré csoportosíthatóak:

- a tűzterhelés mértékének növekedése az épületszerkezetekben lévő éghető anyagok hatására,
- az égés sebessége, vagyis a hőenergia felszabadulásának felgyorsulása,
- a tűz vízszintes és függőleges irányú terjedése az épület homlokzatán, esetleg a szerkezet belső rétegeiben,
- a műanyagok égéséből származó füst hatása,
- az anyag égve csepegéséből származó másodlagos tűzterjedés veszélye.

Mivel az egyes műanyagok alkalmazásának megítéléséhez elengedhetetlen a legfontosabb tűzvédelmi tulajdonságok ismerete, a következőkben bemutatom a leggyakrabban alkalmazott műanyagok égéstechnikai tulajdonságainak jellemzőit.

⁹ Ybl MMF MAVI Magasépítési Tanszék dr. Mészáros Gyula Tűzvédelmi Ismeretek Jegyzet

Hőre keményedő műanyagok:

- Fenolpasztok: a kikeményedett fenol–formaldehid gyanta a lángban ég, de a lángot elvéve égése megszűnik, a lánggal érintkezett rész elszenesedik, égésgázaiban szén-monoxid, formaldehid, acetaldehid, fenol, esetleg ammónia található. Éghetőségét a töltőanyag befolyásolja. Az építőiparban elsősorban a rétegelt papír és farost, illetve faforgácslemez kötőanyagaként használják.
- Amonoplasztok: láng hatására izzanak, esetleg lángolnak, repedeznek, szenesednek. A lángokból kivéve nem égnek tovább, égésekor ammónia formaldehid és aminsabadul fel. Az építőiparban ragasztóanyagként, illetve műfaféleségek kötőanyagaként használják.
- Poliésztergyanta: az építőiparban leginkább üvegszálal változata kerül felhasználásra. Önállóan ég, égésekor az üvegvasz lényegében megtartja eredeti formáját, elősegíti tűz továbbterjedését. A poliésztergyanták közül igen sok készül önkioltó változatban is. Ez azonban nem elégséges a „nehezen éghetőség” követelmény kielégítésére. Felhasználási területe: kupolák, tetőszerkezetek, borítások stb.

Hőre lágyuló műanyagok:

- Poli(vinil–klorid)–PVC: a lágyítómentes (kemény) PVC lángban ég, amennyiben megfelelő tömeg áll rendelkezésre az égés fennmarad. A lángból kivéve az égés megszűnik. Égés közben laza habszerű kokszerű keletkezik. A PVC égésekor szénmonoxid, sósav és szénhidrogének szabadulnak fel. Az égésgázok erősen korrodáló hatásúak. „Közepesen” és „nehezen éghető” változatuk ismert. A lágyított PVC éghetősége elsősorban a lágyító minőségétől és mennyiségétől függ. Sajnos a hazai lágyított PVC típusok az éghetőséget növelő lágyítóval készülnek.
- Polisztirol: igen erős koromfejlődéssel ég, a láng gyorsan terjed rajta, égése közben csepeg, ezért a lehulló égő cseppek a tűz terjedését segítik. Elsősorban burkolóanyagként használják.
- Poliakrilátok: igen kevés koromfejlődéssel égnek, égés közben nem csepegnek. Égésgázuk szénmonoxidot, széndioxidot és monomert tartalmaz. Tételhatároló szerkezetként alkalmazható.

Műanyaghabok:

- Fenol–formaldehid–hab: lángban az első pillanattól lángol, majd izzik, szenesedik. A lángból kivéve nem ég tovább. Jó égéstechnikai tulajdonságai miatt szendvicsszerkezetekben használják.
- Polisztirolhab: könnyen meggyullad, gyorsan, nagy koromfejlődés mellett ég, közben csepeg. „Nehezen éghető” változata is készül, mely lángból kivéve azonnal elalszik. Ha nagy mennyiségben van jelen elillan, pirolízisgázai az égést táplálják. Az építőiparban hőszigetelésként használják.
- Poliuretánhab: lágy és kemény kivitelben állítják elő. A lágy poliuretánhab nyitott pórusú, azaz igen sok oxigén van jelen az égésnél. 220 °C–nál termikus bomlása megindul. 260–310 °C között gyújtóláng jelenlétében, 410–426 °C–nál gyújtóláng nélkül is meggyullad. A láng igen gyorsan terjed a felületén. Újabban nem éghető töltőanyagok hozzáadásával égéstechnikai tulajdonságait jelentősen javították.

Az utóbbi évtizedekben a műanyagok építőipari felhasználása jelentősen megnőtt. Ennek oka, hogy olcsó és egyre többen alkalmazzák a korszerű építőanyagok során. Bár az elmúlt néhány évben éppen a kedvezőtlen tűztechnikai tulajdonságokból adódóan az egyes országok tűzvédelmi szervezetei korlátozták a műanyag épületszerkezetek felhasználását, azonban a berendezési tárgyak, nyílászárók terén ez a korlátozás nem tudott érvényesülni. A műanyagok tömeges alkalmazásának tűzvédelmi problémái az alábbi fő kérdések köré csoportosíthatóak:

- a tűzterhelés mértékének növekedése az épületszerkezetekben lévő éghető anyagok hatására,
- az égés sebessége, vagyis a hőenergia felszabadulásának felgyorsulása,
- a tűz vízszintes és függőleges irányú terjedése az épület homlokzatán, esetleg a szerkezet belső rétegeiben,
- a műanyagok égéséből származó füst hatása,
- az anyag égve csepegéséből származó másodlagos tűzterjedés veszélye.
- Éghető, de sajnos keresztmetszeti túlméretezéssel nem lehet a tűzállóságát növelni, mint a fának.

Mivel az egyes műanyagok alkalmazásának megítéléséhez elengedhetetlen a legfontosabb tűzvédelmi tulajdonságok ismerete, a következőkben bemutatom a leggyakrabban alkalmazott műanyagok égéstechnikai tulajdonságainak jellemzőit.

E fejezetből látható, hogy az épületszerkezetekkel hogyan lehet a keletkező tüzet épületszerkezetek között tartani úgy, hogy az épület tartószerkezete ne menjen tönkre.

Megvizsgáltam, hogy a csarnok épületek építése kapcsán milyen épületszerkezetek jöhetnek számításba. Elemeztem és bemutattam, hogy ezen alkalmazható épületszerkezeteknek milyen tűztechnikai tulajdonságai vannak, azok előnyeit és hátrányait. Tűz hatására hogyan viselkednek. Megállapítható, hogy még a nem éghető tulajdonságú fémszerkezetek is milyen veszélyeket hordoznak magukban tűz hatására. Rávilágítottam a vasbeton szerkezetek előnyeire és nem megfelelő húzott betonacél takarás esetén esetleges hátrányaira. Kitértem a jelen építéstechnikában igen elterjedő félben lévő újabban megjelent műanyagokra, azok tűzvédelmi előnyeire és hátrányaira. A megfelelően méretezett épületszerkezetekkel elzárhatjuk a tűz útját azaz tűzszakaszolhatunk, ez is egy védekezési módszer, de megállapítható, hogy tűzvédelmi szempontból még a jól megválasztott épületszerkezet sem nyújthat kellő védelmet az aktív tűzvédelem nélkül.

A következő fejezet részben nézzük meg az aktív tűzvédelmi rendszerek alkalmazhatóságát csarnok épületekben.

2. Aktív tűzvédelmi rendszerek hatékonyságának vizsgálata csarnok épületekben

Ebben a fejezet részben kifejttem az aktív rendszerek alkalmazhatóságát és hatékonyságát csarnok épületekben.

2.1. Beépített automatikus tűzjelző berendezés alkalmazhatóságának vizsgálata csarnok épületekben

Hagyományos szilárd éghető anyagoknál (amellyel a tárolás során találkozunk pl.: fa, műanyag, műanyag jellegű anyagok, habosított anyagok, védő fóliák stb.) általában a tűz legkorábbi fázisában a füst az első tűzjellemző. A hő kialakulása időben percekben, extrém esetben (lappangó tüzek esetében) órákkal későbbre is tehető. Tehát előfordulhat, hogy a hő detektálásáig már a csarnok helyiség telítődött füsttel. Ebből következően a hatékonyságot figyelembe véve a hő érzékelés nem igazán jöhet számításba. A nagy belmagasság miatt a füstérzékelés sem egyszerű feladat. A következőkben levezetem hogyan viselkedik a füst a csarnok épületekben és milyen hatékonysággal tudjuk jelezni a belmagasság függvényében.

A tűz égése során keletkező füst többnyire füstoszlopot alkotva száll fölfelé. Útja során keveredik a tiszta levegővel, hígul és hűl. Ennek következtében a magasabb régiókban a mozgása lassul és egyre jobban szétterül. A füst függőleges terjedési sebessége függ a füstforrás (tűz) hőmérsékletétől és a környezetében lévő levegő hőmérsékletétől. Minél melegebb a füst a környezeti levegőhöz képest annál gyorsabban és kevésbé széttartó a mozgása, ezáltal magasabbra képes emelkedni a füstoszlop. A függőleges irányú mozgás mindaddig fennmarad, míg a füst hőmérséklete a környező levegő hőmérsékleténél magasabb, vagy amíg a mennyezetet el nem éri. Az elért magasságban a lehűlt, mozgási energiáját elvesztett, vagy a mennyezetet elért füstöt az alulról érkező, még termikus energiával rendelkező füst igyekszik a helyéről kiszorítani, aminek hatására megindul a füst oldalirányú szétterjedése. Többnyire ezzel az oldalirányú terjedéssel jut a füst a pontszerű füstérzékelő kamrájába vagy a vonali füstérzékelő őrzősugarába. A füstforrásokként szolgáló tüzek egy része (rejtett parázsló tüzek, pirolízis, svéltüzek, és általában a lángoló fázis előtt álló tüzek) csekély termikus energiával rendelkező hideg füstöt termelnek.

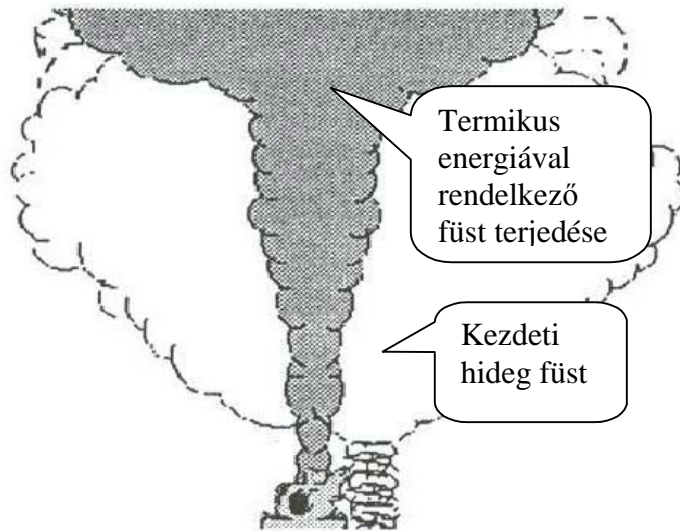
Ezek a füstök lassan, jelentős mértékben szétterjedve emelkednek, majd a meleg levegőréteget (hópárnát) elérve nem emelkednek magasabbra, az emelkedésük gyakran már 4,5-6 m magasságban megáll, még mielőtt elérnék a magasabban lévő mennyezetet. A nagy termikus energiával rendelkező füstök (általában nyílt lánggal égő tüzek) különösen hideg környezetben gyorsan, kevésbé széttartva emelkednek és a hideg füstöknél jóval nagyobb magasságba gyakran 25 m-t meghaladó magasságba is képesek emelkedni.

Tehát ennél az aktív tűzvédelmi rendszernél (automatikus tűzjelző) lényeges és meghatározó szempont, hogy hová tesszük a füstérzékelőket.

A pontszerű füstérzékelők akkor lesznek hatásosak, ha az érzékelő kamrájába megfelelő töménységű füst jut, a vonali füstérzékelők pedig akkor, ha az őrző sugárba (a sugár útjába) megfelelő mennyiségű, töménységű füst elegendő hosszúságban van jelen. Az érzékelőket oda kell helyezni, ahol a keletkező tűz füstje a kellő töménységben, a lehető legkorábban biztosan megjelenik és a lehető legtovább tartózkodik. A nyugvó levegőben a füst felfelé száll, ha eléri a mennyezetet felhalmozódik majd minden akadálymentes irányban szétterjedve egyre vastagabb rétegben beborítja. Ez az a hely ahol a legbiztosabban számíthatunk a füst megjelenésére és általában eredményes detektálására. Alapvető fontosságú, hogy ide helyezzük az érzékelőket, de előfordulhat, hogy nem elégséges csak ide helyezni őket.

A füst érzékelés lehetőségei 4,5 m-ig:

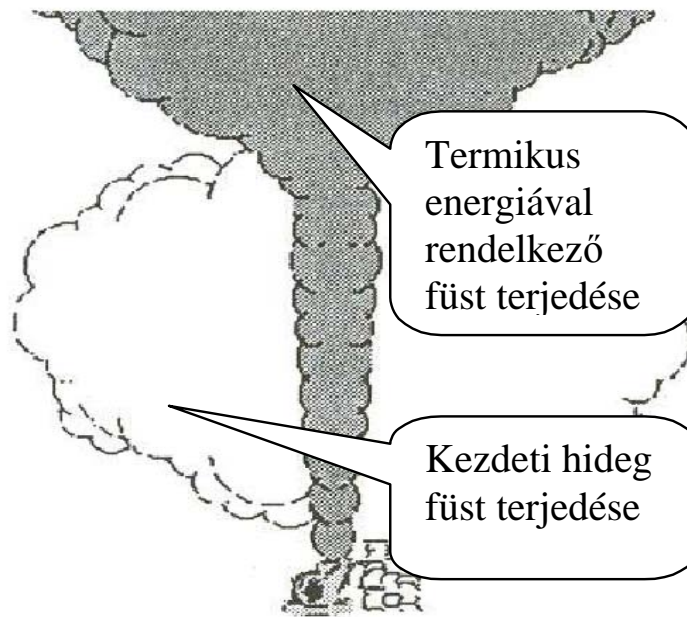
Sík mennyezetet és akadálytalan füstterjedést feltételezve azonban csak 4-5 m belmagasságig számíthatunk arra, hogy a mennyezetre szerelt pontszerű füstérzékelőket, vagy a mennyezet alá szerelt vonali füstérzékelő sugarát rövid idő alatt bizonyosan eléri a legtöbb kezdődő tűz füstje (3. ábra).



3. ábra 4-5 m belmagasságú helyiségben keletkezett tűz füstjének terjedése
VÉDELEM 2000/4 Szabó János Nagyméretű terek tűzjelzése I.

4,5-7,5 m-ig:

Ezen belmagasság tartományban már nem várható, hogy a kis termikus energiával rendelkező füstök is elérik a mennyezetet, egyre növekszik a hidegként viselkedő füstök aránya, azaz egyre kevesebb fajta tűz füstje éri el a mennyezetet még a tűz kezdeti szakaszában. Le kell mondanunk tehát arról, hogy ezeket a .hideg füstöt termelő tüzeket a szokásos módon, a mennyezetre helyezett füstérzékelőkkel már a kezdeti szakaszban jelezzük. Ahogy múlik az idő és a tűz egyre növekszik, növekszik a termikus felhajtó erő is és az egyre .melegedő. füst majd eléri a mennyezetet is, legalább akkor, amikor a tűz már lángolóvá vált. Ez idő alatt a kezdetben kis terjedésű, .pontoszerűnek. tekinthető tűz nemcsak jellegében változik meg, hanem kiterjedésében is, azaz oldalirányban is növekszik (4. ábra).



4. ábra 6-7 m körüli belmagasságú helyiségekben keletkezett tűz füst terjedése
VÉDELEM 2000/4 Szabó János Nagyméretű terek tűzjelzése I.

Ennek az oldalirányú növekedésnek a sebessége, mely többek között a helyiségben lévő éghető anyagok fajtájától és mennyiségétől függ, határozza meg, hogy az oltás megkezdésekor a kialakult tűz megfékezhető-e.

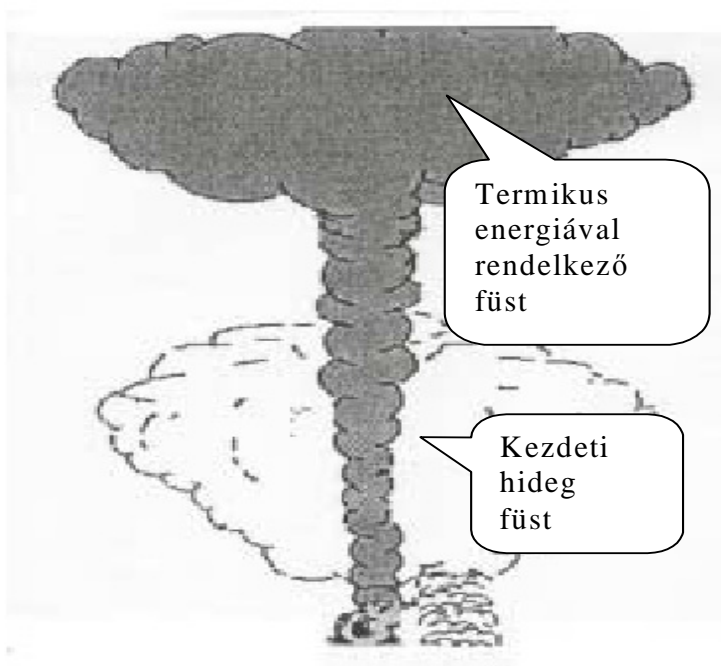
7,5 m felett:

Ezen belmagasság felett egy új probléma is megjelenik: egyre inkább kell számolni a felszálló füst hígulásával. Itt már előfordulhat, hogy az egyre inkább széttartó és a hosszú úton tiszta levegőt beszívó és felhígult füst töménysége legalábbis a kezdeti szakaszban nem elegendő a normál érzékenyséű érzékelők jelzésének kiváltásához.

A hígulás hatását kompenzálhatjuk érzékenyebb érzékelők alkalmazásával. Az analóg intelligens érzékelők alkalmazása esetén a tűzjelző központban szoftver úton állíthatjuk az érzékenységet, vagy használhatunk extra nagyérzékenyséű lézeres füstérzékelőt, mely a normál (fényszóródás elvén működő) optikai füstérzékelőhöz képest 20-50- szeres érzékenyséű. Különösen a nagy és magas helyiségek védelmére előnyösen használhatjuk a vonali füstérzékelőket is, mert ezek integráló tulajdonságúak és a teljes őrzősugár hossza vonatkozott érzékenyséűk a normál pontszerű füstérzékelők érzékenyséűnek 5-10- szerese.

Így a vonali füstérzékelők használata esetén a füst hígulását jól kompenzálja az, hogy a széttartó, nagyobb felületet beborító és az őrzősugárban nagyobb hosszon jelen lévő füst a riasztást, vagy a füstelvezető és friss levegő utánpótlás indítását az alacsonyabb koncentráció ellenére is ki tudja váltani.

Ezért a nagyméretű, magas helyiségek védelmére a vonali füstérzékelők még nagy magasságban is kedvezőbben használhatók, mint a hagyományos pontszerű érzékelők, de mindig tudatában kell lenni annak, hogy a jelzéshez a füstnek el kell érnie az őrzősugarat és az őrzősugár relatív hosszú szakaszában benne is kell lennie. A nagy belmagasságban lévő őrzősugarat is csak a füstöknek egy része, a nagyobb termikus energiával rendelkező füstök tudják a tűz kezdeti szakaszában elérni (5. ábra). A nagyobb termikus energiát (felhajtó erőt) pedig a nagyobb, általában a nyílt lángú fázisba jutott tűz adja.



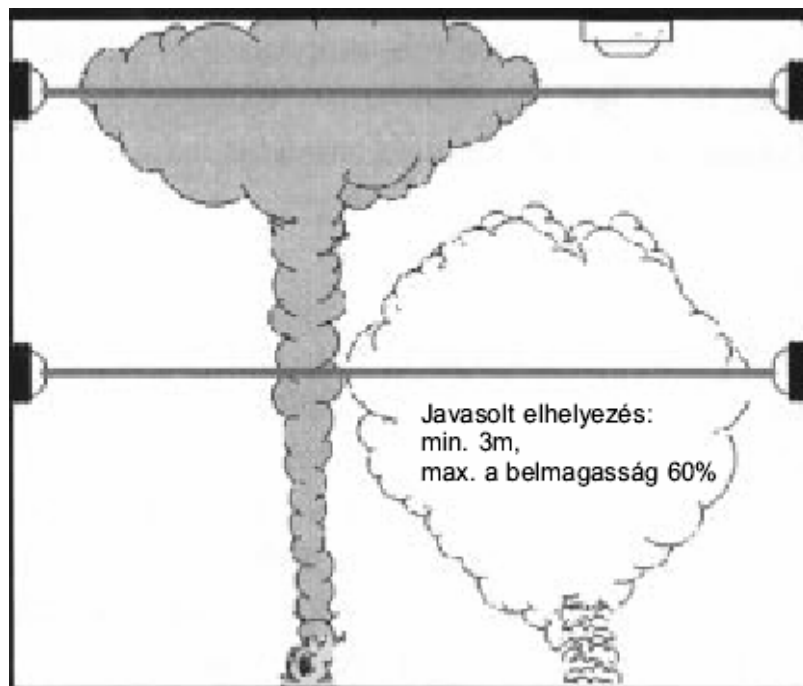
5. ábra 9 m fölötti nyílt fázisú (lángoló) tüzek füst terjedése
VÉDELEM 2000/4 Szabó János Nagyméretű terek tűzjelzése I.

A korai jelzés érdekében nem segít a normál érzékenységgű pontszerű füstérzékelők sűrűbb elhelyezése, vagy a vonali füstérzékelőkre bízott sáv szűkítése sem. Sűrűbb elhelyezés esetén gyakorlatilag egyszerre több érzékelő fog jelezni, de nem korábban.

A korábbiakból kitűnik, hogy az 5-9 méternél magasabb helyiségek védelme általában nem oldható meg maradéktalanul (vagy kielégítően) csak a mennyezet közelében elhelyezett pontszerű vagy vonali füstérzékelőkkel. És még nem is beszéltünk az esetlegesen kialakuló hópárna hatásáról! Ez azt jelenti, hogy a mennyezet alatt felgyülemlik a hó és a füst ezen a rétegen nem tud keresztül hatolni, ezáltal az ott elhelyezett érzékelő terébe már nem tud bejutni a füst. A kezdődő tűz korai fázisában keletkező, kis termikus energiával rendelkező hideg füstök (a parázsló tüzek füstjei, a pirolízis és a svél tűz termékei) nem érik el a magasan lévő mennyezetet, ezért, ha egy kialakuló tűz esetén a hideg füstök megjelenésére is számítani lehet - és nem elégedhetünk meg csak a nagyobb termikus energiával rendelkező füstök (gyakran már túl késői) jelzésével - a jobb védelem érdekében - célszerű lehet a mennyezeti érzékelő sík alatt egy második síkban kb. 4-7 m magasságban is füstérzékelőket elhelyezni. Ez esetben a mennyezetre helyezett érzékelők a nagy termikus energiával rendelkező nyílt tüzek füstjét jelzik, míg az alacsonyabban helyezett érzékelők a kis termikus energiával rendelkező füstök korábbi észlelésében segíthetnek. Az alacsonyabban elhelyezett érzékelők működésénél a kellő magasság eltalálása döntő mértékben befolyásolhatja a hatékonyságot. A magasság meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy milyen anyagok égése és milyen hőmérsékleti és légáramlási viszonyok várhatók, kell-e hópárna kialakulásával számolni.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy ez az alacsonyabban elhelyezett érzékelő rendszer nem helyettesíti (és nem helyettesítheti) a mennyezet közelében elhelyezett érzékelőket. Éppen a nagy termikus energiával rendelkező füstök észlelése nem megfelelő itt, hiszen a nagy felhajtóerővel rendelkező tüzek füstje kis magasságban még nem terjed szét, hanem egy viszonylag zárt füstcsatornát alkotva emelkedik fölfelé, miközben a kerülete mentén tiszta levegőt „szippant” be. Ez a jelenség közép- és felsőmagasságban (még nyugvó levegőben is) a füstcsatorna irányába mutató (tiszta levegőjű) légáramlást kelt, ami nem kedvez az égéstermékek érzékelőbe jutásának. A füst szétterjedése csak nagyobb magasságban válik jelentőssé, sok esetben csak azért mert a füst beleütközött a mennyezetbe és a torlódás vízszintes irányú mozgásra kényszeríti.

Gyakorlatilag ez azt jelenti, hogy a nagy felhajtó erővel rendelkező füst füstoszlopa „ha nem találja telibe” a füstérzékelőt, „elmegey” a pontszerű érzékelők között, vagy a vonali füstérzékelők őrzsugarai között, anélkül, hogy jelzést váltana ki. Emiatt nem lehet a füstérzékelést csak olyan „félmagasságban” elhelyezett érzékelőre bízni, melyeket pl. drótkötelekből (a füst számára akadálytalanul átjárható) „szerelősíkra” szereltek, vagy a vonali füstérzékelőket szerelték ilyen alacsonyra, mert ez az érzékelő rendszer önmagában nem működik megfelelően, de jól kiegészítheti a magas mennyezet közelében elhelyezett érzékelő rendszert a kis termikus energiájú füstök észlelésével (6. ábra).



6. ábra Füstérzékelés két síkon

VÉDELEM 2000/5 Szabó János Nagyméretű terek tűzjelzése II.

Általában a füst észleléséhez mindig szükség van egy felületre („mennyezetre”) mely a felszálló, mozgó füstöt az érzékelő kamrába, vagy az őrzsugarba tereli. A magas helyiségekben alacsonyabban lévő érzékelő rendszer is rendelkezik a kis termikus energiával rendelkező füstök számára ilyen- láthatatlan, de működő - „mennyezettel” melyet a hópárna, vagy a lehülő füst számára hópárnaként viselkedő légréteg alkot.

Láthatjuk, hogy a csarnok épületekben a nagy belmagasság miatt nem egyszerű feladat a korai tűzjelzés. Ez már korábban gondot jelentett a fejlett nyugati országokban is.

Ezért kifejlesztettek egy nagyság rendekkel nagyobb érzékenyséű tűzjelző rendszert, ez az aspirációs tűzjelző rendszer.

Az aspirációs tűzjelző rendszer előnye csarnok épületekben:

A vonali füstérzékelőkhöz hasonlóan jól használható az aspirációs füstérzékelő (légszívásos füstjelzők) csarnok épületekben. Ez a rendszer az előzőektől annyiban tér el, hogy például a magas raktárak polc rendszereinél bizonyos szintmagasságokban és a mennyezet alatt perforált csőhálózat megy végig, és a csőben lévő levegőt egy szivattyú percnként meghatározott mennyiségben megszívja, majd a beszívott levegő minőségét a számítógépben megfelelő program segítségével kiértékeli. Ez a rendszer gyakorlatilag akár az egész teret be tudja hálózni, ezáltal a lehető legkorábbi jelzést tudja produkálni. Ez a tűzjelző rendszer a kezdődő tűz jelzésére a legalkalmasabb. Ezzel a berendezéssel bármilyen típusú füstöt gyorsan tudunk jelezni, míg a pontszerű érzékelőknél az optikai érzékelő a viszonylag nagyobb koromszemcsékkel rendelkező füstöt, az ionizációs érzékelő inkább a kisebb aerosolos szemcsékkel rendelkező füstöt preferálja. Az aspirációs tűzjelző rendszer a füstérzékelési képesség 0,1 % méter elsötétülési érzékenység mellett akár 500-szorosa a pontszerű füstérzékelők füstérzékelési képességének. A legtöbb tűz a túlmelegedés valamely formájával kezdődik. Ebben a kezdeti fázisban emberi szemmel láthatatlan részecskék kibocsátása történik, ahogy az égési folyamat elkezdődik. A tűz kezdődő fázisában kibocsátott részecskéket a hagyományos füst- vagy hőérzékelőkkel nem biztos, hogy érzékelni lehet, a tűz lappangása percekig, órákig is eltarthat mielőtt a hagyományos érzékelés számára detektálhatóvá válik. A riasztási szint ezeknél a rendszereknél technológiától függően viszonylag elég széles tartományban állítható. Ez a megnövelt érzékenység lehetővé teszi, hogy tűzesetet érzékeljen még a lánggal való égés előtt. A rendszer a területen belül vagy azon kívül is felszerelhető, a védett területről légmintát vesz egy elszívó ventilátor és egy csőhálózat segítségével. A csőhálózat előre meghatározott helyeken mintavevő lyukakkal van ellátva, amelyeken keresztül a levegőt az aspirációs érzékelő egységbe épített ventilátor szívja. A beszívott levegő tartalmát, fizikai összetételét a központ értékeli ki. Ezzel a rendszerrel a lehető leghamarabb és a legbiztonságosabban valamennyi anyag égésére jellemzően lehet tüzet jelezni.

Összefoglalva az alfejezetben leírtakat megállapíthatjuk, hogy a csarnok épületekben a korai és biztonságos tűzjelzés igen összetett feladat. A nagy belmagasság és a légtérfogat miatt nehezebb a korai biztos tűzjelzés, mint a kisebb terekben. A feladatot megnehezíti, hogy ezeket a csarnokokat nagy százalékban logisztikai raktárként használják (ide értendő a Magyarországon elterjedt csarnok jellegű bevásárló központok is), melyekben az elhelyezett anyag viszonylag sűrűn változik, ezáltal megváltozik az anyag tűzjellemzője is. Tehát nagyon fontos a megfelelő tűzjelző berendezés megválasztása, a tűzvédelmi szakhatóságnak ebben kulcsszerepe lehet.

A korai tűzjelzés mellett a biztonságos kiürítés és a hatékony tűzoltói beavatkozás érdekében nagyon lényeges a csarnok alsó felének füstmentesen tartása, mely a hatékony hő- és füstelvezetéssel érhető el. Minél hamarabb tudunk tüzet, tűzre utaló körülményt jelezni, annál hatékonyabban alkalmazhatjuk a hő- és füstelvezetőket.

2.1. Hő- és füstelvezető berendezés alkalmazásának vizsgálata csarnok épületekben

Füstszakaszok kialakítása¹⁰

A füstszakasz alapterülete a jelenlegi szabályozás szerint legfeljebb 1600 m², az oldalmérete legfeljebb 60 m lehet. Nagyobb alapterület vagy oldalméret esetén a tér szakaszolására kötényfalat kell alkalmazni. Az így kialakított füstszakaszok azonos technológiájú térben lehetőleg azonos méretűeknek kell lenniük.

A kötényfal lehető legnagyobb mértékben kell, hogy benyúljon a légtérbe és igazodjon a füstmentes levegő réteg magasságához. Ez azt jelenti, hogy amennyire lelóg a kötényfal, legalább olyan magasra kell méretezni a füstmentes levegőréteget, mert csak így biztosítható a füst és a hő füstszakaszon belüli maradása. A rendeltetésszerű hő- és füstelvezetés érdekében a benyúlás mértékének legalább 2,0 m-nek kell lennie. Kivételes üzemi körülmények esetén műszaki-gazdasági elemzéssel igazolva, a benyúlás mértéke 1,0 m-re csökkenthető. A füst- és hőelvezetők a füstszakaszban lehetőleg egyenletes elosztásban legyenek beépítve. Figyelemmel kell lenni arra, hogy a füst- és hőelvezetők az épületek között vagy az épületen belüli tűzszakaszok között a tűz áttérjedésének veszélyét ne növeljék.

¹⁰ 2/2002. (I. 23.) BM számú rendelet 5. számú melléklet: Tűzvédelmi műszaki követelmények

A két füst- és hőelvezető közötti távolságnak legalább akkorának kell lennie, mint kettőjük nagyobbik oldalméretének illetve átmérőinek összege.

Az egymástól illetve a tető szélétől és a falaktól mért távolság legfeljebb 20 m lehet. A füst, és a forró égésgázok mielőbbi elvezetése céljából célszerű több kisebb méretre, mint kevés nagyobb nyílásméretű hő- és füstelvezető alkalmazása.

Lényeges szempont, hogy a környezeténél szigorúbb besorolású vagy fokozott füstfejlesztő képességű anyagokat (az éghető anyagok füstfejlesztési képességének vizsgálatára és osztályozására vonatkozó műszaki előírások) tartalmazó zóna fölött járulékos füst- és hőelvezetőt kell beépíteni. A zónát köténnyel kell körülhatárolni. A 12 %-nál nagyobb hajlású tető esetében a füst- és hőelvezetőt úgy kell beépíteni, hogy a geometriai középpontja magasabban legyen, mint a számítási belmagasság.

A hő- és füstelvezető kiválasztása:

Lehetőségek:

A jelenleg érvényben lévő tűzvédelmi jogszabály szerint három megoldás közül választhatunk.

A helyiségben keletkezett hő- és füst elvezetése történhet:

- mechanikus füstelvezetéssel
- gépi füstelvezetéssel
- kombinált megoldással.

A döntéseknél a tervezők sajnos sok esetben csupán az építészeti lehetőségeket, korlátokat veszik figyelembe, holott a hatékony hő- és füstelvezetést alaptevő termodinamikai, égési, tűzterhelési körülmények is befolyásolják.

A kiválasztás szempontjai:

A hő- és füstelvezető rendszer kiválasztását tehát elsősorban a károsító tényezőknek kell motiválnia az esetleges teljesítmény szempontjából. Erre vonatkozóan a jelenleg érvényben lévő jogszabály (2/2002 (I.23.) BM rendelet 4. sz. mellékletének I/8 fejezet 3.6.6. pont) a fokozott füstfejlesztő képességű anyagok fölötti zónában járulékos hő- és füstelvezetők beépítését írja elő. A füstelvezetők fajtáinak kiválasztásakor a döntés ma még többnyire az építészeti lehetőségek függvénye. Ahol a mennyezetten vagy az oldalfal felső részén szabadba vezető hatékony nyílások helyezhetők el, ott mechanikus füstelvezetést alkalmaznak.

Ahol nincs lehetőség közvetlen szabadba nyitófelület kialakítására, ott gépi füstelvezetőt terveznek be. Eddig a kiválasztásnál nem vették figyelembe a helyiségben az időleges és állandó tűzterhelést valamint a várható füstfejlődés ütemét.

A gépi füstelvezetés egyik előnye, hogy indításkor azonnal teljes teljesítménnyel lép működésbe. Ez az előny ott válik fontossá, ahol a füstképződés viszonylag alacsony hőmérsékleten lép fel (pl. izzó, vagy svéltüzek), illetve ott, ahol alacsony a helyiség tűzterhelése. Az alacsony tűzterhelés miatt ugyanis a kis termikus felhajtóerő csak később nyitja meg a mechanikus füstelvezető nyílásokat (hőpatronos, hőkioldós megoldásoknál). Ilyenkor a nyitást füstérzékelők vezérlésével kell megoldani.

Összefoglalva:

A füst- és hőelvezető berendezések kiválasztásánál az építészeti, tűzvédelmi, tűzterhelési szempontokat együtt vizsgálva kell dönteni.

Mechanikus füst- és hőelvezető alkalmazandó:

- ahol a hatékony szabadba vezető nyílások elhelyezhetők,
- magas tűzterhelésnél,
- ha gyors leégési sebességgel és/vagy erős füstfejlődéssel kell számolni.

Gépi füstelvezetés alkalmazandó:

- ahol a hatékony szabadba vezető nyílások nem helyezhetők el,
- alacsony tűzterhelésű helyiségeknel,
- izzó és svél tüzeknél,
- olyan helyiségeknel, ahol a szomszédos épületrészekből áttérjedő füsttel kell számolni.

Vizsgáljuk meg hogy csarnok épületekben, hogy füst- és/vagy hőérzékelőket alkalmazunk-e.

Mint az előzőekben említettem a füst- és hőelvezetők automatikus működtetés esetén nem tűzjelző rendszer által vezérelt hőérzékelőkkel rendelkeznek, amelyek az adott rendszerhez tartozó hőmérsékleten biztosítják a füstelvezetők nyitását. Amennyiben automatikus tűzjelző rendszer által történő indítás van kiépítve, akkor a füstérzékelők határozzák meg bizonyos korlátozások mellett a füstelvezetők nyitását. Füstérzékelőre vagy hőérzékelőre történjen a füst- és hőelvezetés az mindig az adott objektumtól és az adott komplett füst- és hőelvezető rendszertől függ.

A tűzvédelmi szabványok hatályon kívül helyezésével és ezen tűzvédelmi követelmények a 2/2002 (I. 23.) BM sz. rendeletbe való helyezésével az egylégterű épületek hő- és füstelvezetésének ezen követelményrendszere kiterjed a közösségi épületekre is.

Ez korábban a szabvány tárgyát nem képezte. Véleményem szerint ott, ahol több száz/ezer ember benttartózkodásával kell számolni, ott csak, és kizárólag füstérzékelő indíthatja automatikusan a hő- és füstelvezetést – még a vonatkozó jogszabállyal ellentétben is – a frisslevegő befúvásával egyidejűleg, mivel a tűz korai szakaszában a füst a legveszélyesebb az emberre és nem a hő.

Csakis ezzel biztosítható pánikmentesen a személyek biztonságos kimenekítése.

A hőérzékelővel való indítás inkább vagyónvédelmi célt szolgál, azonban a vagyónvédelmi védekezésnél is megfontolandó a füstjelzésre induló füst- és hőelvezetés. Ezt az alábbiakkal indoklom: a hőérzékeléssel való indításnál gyakorlatilag nincs elvezetés addig, amíg a kalibrált hőmérsékletet el nem éri a nagy légterű csarnok hőmérséklete adott ponton.

Ekkorra a helyiség teljesen telítődhet füsttel, korommal. A bent elhelyezett anyagokon, épületszerkezeteken, és egyéb berendezéseken vastagon lerakódik az agresszív viselkedésű korom, mely jelentős károkat tud okozni ezen rendszerekben, valamint a szerkezetek, berendezések korommentesítése – a speciális munkák és oldatok miatt – sem olcsó mulatság. Az elmondottak alapján az igazi és hatékony védelmet a legkorábbi automatikus füstelvezetés és az elvezetéssel egy időben működésbe lépő levegő befúvással lehet elérni mind az ember, mind a vagyónvédelemben.

A tűzkárok csökkentését befolyásoló tényezők:

A tűzterjedés csökkentése, valamint az épületszerkezetek és berendezések védelme érdekében elsősorban a füst hőmérsékletét kell csökkenteni. A kialakuló tűz folyamatos égéssé történő alakulásához a mennyezet alatti füst-levegő keverék hőmérsékletének a 300 °C-t meg kell haladni. Ezt követően hamar kialakul a flashover.

Ebből következően a feladat az, hogy az égés olyan mértékű behatárolása, befolyásolása megvalósuljon, hogy a tűzoltás az adott helyiségen belül lehetséges legyen. Ezért kell a füstöt a flashover hőmérséklete alá hűteni és nagymennyiségű frisslevegő bevezetést biztosítani. A tűzkárok csökkentéséhez azonban ennél alacsonyabb hőmérséklet szükséges. Annak érdekében például, hogy az elektromos kábelek működőképességét adott ideig megtartsuk, illetve a kábeleken a tűz tovaterjedését megakadályozzuk a levegő- füstgáz hőmérséklet nem lépheti túl a 200 °C-t.

A bevezetett friss levegő utánpótlás jelentősége:

A légutánpótlás nagyon fontos eleme a hatékony hő- és füstelvezetésnek. Amennyiben nincs légutánpótlás, úgy nem alakul ki a kéményhatás. Ez azt eredményezi, hogy hiába van elvezetés, de az nem hatékony, azaz több füst és hő keletkezik, mint ami eltávozik ezáltal csak „pipál”. A hatékonysághoz nem elegendő csak hasra ütve megállapítani a légutánpótló nyílások méreteit. A nyugati szakirodalom - megjegyzem ezen jogszabályi rendelkezéseket is egy az egyben vettük át a német DIN szabványból – a mértékadó füstszakaszhoz szükséges geometriai elvezető nyílás felületek kétszeresét írja elő, mert csak így lesz hatékony az elvezetés.

A szabadban keletkező tűz vizsgálatából láthatjuk, hogy a lehető legtisztább leégéshez, kevés füst és bomlási gáz keletkezéséhez, valamint a konvekciós hő csökkentéséhez megfelelő nagyságú friss levegő beáramlás szükséges. A lakószobában lévő nyitott kandalló is megfelelő mennyiségű friss levegőt igényel a megfelelően méretezett kéménykeresztmetszet – azaz a füst és hőelvezető – mellett, hogy a lakószoba füstmentes maradjon.

Tűz esetén a hotelszobában vagy a lakószobában zárva kell lenniük az ajtóknak és ablakoknak, hogy a tűz a lehető legkevesebb friss levegőt – azaz oxigént – kapja.

Ezek az állítások az itt gondolt viszonylag kis helyiségekre vonatkozóan, amelyekben a levegő és így az oxigén mennyisége viszonylag kevés, abszolút helyesek és betartandók.

Az ajtók bezárása ezeknél a helyiségeknél még azzal az előnnyel is jár, hogy a tűzszármazékokat a lehető leghosszabb ideig bezárják és így nem tudnak olyan gyorsan más terekbe pl. lépcsőházakba, zárt menekülési folyosókra behatolni.

A lépcsőházak és főképpen a nagyobb méretű és belmagasságú helyiségek (egy légterű csarnok jellegűek) részére az elvezető tetőnyílás mellett – a hatékonyság miatt – elengedhetetlen a helyiségek alsó részén (belmagasság alsó 1/3-a) elhelyezett és megfelelően méretezett befúvó (frisslevegő utánpótlást biztosító) nyílás is.

A tűzfészekhez vezetett friss levegő ekkor a nagy helyiségekben a következőket idézi elő:

- A lehető legtökéletesebb – tehát kevés füst- és bomlási gázzal járó – égést.
- Elvezeti a melegebb termikus tűzszármazékokat a szabadba a tetőnyílásokon keresztül.
- A tűzszármazékok csökkentését a helyiségen belül.
- A kémény hatással erős levegő (szél) áramlatot idéz elő és megvezeti a tűzterjedést, ezáltal az oldal irányú tűzterjedést minimálisra csökkenti (lényegesen lassítja a közvetett tűzterjedést).
- Kialakul a helyiség alsó részén (általában minimum a csarnok belmagasságának a felében, de méretezés függő) a füstmentes levegőréteg, amely biztosítja a személyek biztonságos menekülését, valamint a készenléti tűzoltók gyors és hatékony tűzoltását.
- Késlelteti a „flashover” és így a teljes égés, lángbaborulás kialakulását.

A légutánpótlás számításának elvei:

Amennyiben a füst- és hőelvezetők szükséges geometriai felületét kiszámoltuk, beépítettük, az így megvalósított hő- és füstelvezetés még nem hatékony, nagyon fontos biztosítani a megfelelő levegő utánpótlást is. A gravitációs füstelvezetés igazán akkor eredményes ha az elvezetett levegőmennyiség legalább kétszeresét folyamatosan pótoljuk. Ezt legtöbbször beépített nyílászárókkal is elérhetjük, ha biztosítható, hogy tűz esetén kívülről is nyithatók vagy betörhetőek (kivéve az automatikus nyitást). A mai korszerű, hőszigetelt, masszív ablak konstrukciók, valamint a 220 V-os motorral működő kapuk itt komoly gondot jelenthetnek. Raktáraknál, épületszerkezetekkel körülhatárolt épületeknél sokszor nem építhető be funkcionálisan annyi nyílászáró, hogy kétszeres levegőmennyiséget biztosítani lehessen. Ilyen esetekben a falszerkezetbe vak nyílászárók, zsaluk is beépíthetők, amelyek automatikusan nyílnak a füstelvezetők működtetésével egyidejűleg, viszont a homlokzaton zárt állapotban észre sem vehetők. A kétszeres levegő utánpótlást akár gépi szellőztetéssel is biztosítani lehet. Az átszámításnál minden m^2 –re, $2 m^3/s$ teljesítményt kell figyelembe venni (jelen szabályozás szerint: 2/2002. (I.23.) BM sz. rend.).

Füstkötényfalak jelentősége:

A füstkötényfal a hatékony hő- és füstelvezetés egyik legfontosabb eleme. Ezekkel tudjuk a tereket füstszakaszokra osztani és biztosítani, hogy a keletkezett tűz és az ebből kiáramló füst és hő az adott füstszakaszon belül maradjon.

Azért kell a füstszakasz határok mentén úgynevezett füstkötény falakat a tetőszerkezetről lelógatnunk, hogy így a füstszakaszt határoló füstkötény falak között gyűjtsük össze a keletkezett füstöt és hőt.

Minél jobban belógatjuk a füstkötény falakat, annál több füstöt tudunk tárolni, illetve annál valószínűbb, hogy az éghető anyagból felszálló füst nem veszélyezteti az embereket a járószinten. Természetesen a füstkötény falakat sem lógathatjuk le egészen, hisz ez az épület technológiai rendeltetését hiúsítaná meg. Alapvetően abból kell kiindulni, hogy a füstkötény falnak a belmagasság feléig be kell nyúlnia. Az épület, helyiség átlagos magasságának alsó térfele így a füstmentes magasság lesz, ahol elvileg nem lehet olyan mennyiségű füst, hogy a látást, illetve a biztonságos menekülést veszélyeztethetné.

Amint a füstkötényfal lelógását csökkentjük, ezáltal csökkentjük az általa határolt tér füsttárolási képességét.

Ezért növelni kell a füstelvezetés hatékonyságát, azaz sokkal több, vagy nagyobb méretű füstelvezetőt kell beépíteni a tetőszerkezetbe. A vonatkozó jogszabály a füstelvezetők számát, illetve méretét a kötényfal lelógásának mértékében befolyásolja. A füstkötényfalak lehetnek maguk az épület tartógerendái, ha elég mélyre (min. 2 m) lenyúlnak, vagy a más meglévő tartógerendák lenyúlásának kiegészítéseként. Vannak terek, ahol például a darupálya a magasraktár nem teszi lehetővé a fix kötényfalak beépítését, itt automatikusan legördülő, illetve mobil füstkötényfalakat lehet alkalmazni. A kötényfal nem éghető, vagy nehezen éghető és legalább 0,5 óra tűzállósági határértékű legyen. Itt a tűzállóság kizárólag a kötényfal stabilitására kell, hogy vonatkozzon, a felmelegedési határállapot nem mértékadó.

Összefoglalva:

A fejezetrészből kiderül, hogy a hő- és füstelvezető berendezés legyen az mechanikus és gépi egyaránt alkalmas lehet a hatékony hő- és füstelvezetésre. A füstmentes levegő réteg a megfelelően méretezett elvezető nyílásokon és a levegő utánpótláson múlik. A hatékonyság függ az elvezető kupolák, szerkezetek és a légutánpótló nyílások indításának idejétől, azaz csak akkor lesz hatékony, alakul ki a füstmentes levegő réteg, ha az elvezetés és légutánpótlás a tűzjelzéssel egy időben indul.

3. Beépített automatikus oltóberendezések létesítési kérdései csarnok épületekben

Vizsgáljuk meg milyen beépített automatikus oltóberendezések jöhetnek számításba csarnok épületek létesítésekor.

Beépített gázzaloló berendezés:

Ezt a rendszert térfogat kiszorításra, azaz az oxigén kiszorítására használják helyiségekben, tehát a csarnok épületben a nagy belmagasság és alapterület miatt ez nem igazán jöhet számításba. Elképzelhető azonban egy ipari technológiai folyamat során lokális oltásnál. A tapasztalataim során találkoztam a Budafoki gyufagyárban hasonló védelemmel. A gyártási folyamatban a fa pálcikákat belemártják a folyékony foszforba és ezt rászárítják. Ezen művelet során szinte technológiai jelleggel előfordult tüzeset. Itt lokálisan beépített gázzaloló berendezést építettek ki, mely a keletkezett tüzet el tudta oltani és nem tette tönkre a gépi berendezést.

Habbaloló berendezések:

A könnyű habot szintén térfogat kitöltésre használjuk ez is az előbb említettek miatt nem igazán jöhet számításba.

A közép- és nehézhab kijuttatása sem megoldott a tárolási technológiák (polcos tárolás) miatt.

Ugyan vannak kísérletek polcsorok között hab-vízágyuk létesítésére, de nem sok sikerrel, mivel csak a tűz egyik felületét éri éles szögben és nem tud megtapadni, ezáltal nem hatékony.

A filmképző habok már alkalmasak sprinkler technológiával kijuttatva a keletkező tűz eloltására. Ezt ott használják, ahol olyan anyag elhelyezés, tárolás folyik, melyeknél a víz, mint oltóanyag nem hatékony. Ez sem igazán jellemző a létesítési számokat tekintve, mivel a filmképző habanyag a költségvetést jelentősen megdrágítja.

Csarnok épületekben a legelterjedtebb beépített oltóberendezés a sprinkler, ezért a kutatási témám során ezzel foglalkoztam részletesebben.

3.1. A sprinkler berendezés alkalmazásának vizsgálata csarnok épületekben

A sprinkler berendezés olyan beépített önműködő vízzeloltó és jelzőberendezés, amely a vizet csővezetéken juttatja el a sprinklerekhez.

A sprinkler lövőképből és szórótányérból álló, készenléti állapotban zárt, meghatározott hőmérsékleten nyíló szerelvény, amely oltóvizet szór a védendő felületre.

A sprinkler berendezés feladata, hogy az általa védett térben megakadályozza a tűz tovaterjedését, illetve azt eloltsa.

A védett tereket veszélyességük alapján kockázati osztályokba és csoportokba kell sorolni. Négy fő kockázati osztályt határoz meg a jogszabály:

- K1 = Nem ipari rendeltetésű, kis kockázatú védett szakasz
- K2 = Közepes kockázatú védett szakasz, amelyet a kockázattól függően K2.1 - K2.4 kockázati csoportba kell sorolni
- K3 = Ipari rendeltetésű, nagy kockázatú védett szakasz, amelyet a kockázattól függően K3.1 - K3.3 kockázati csoportba kell sorolni
- K4 = Raktározási rendeltetésű védett szakasz, amelyet a kockázattól függően K4.1 – K4.4 kockázati csoportba kell sorolni

A kockázati osztályokon belüli besorolás a tárolt anyag vagy áruajtától, valamint az alkalmazott csomagolóanyagtól függ. Ezeket részletesen nem ismertetem.

A sprinkler berendezéssel védett szakaszokat a nem sprinklerezett szakaszoktól tűzgátló épületszerkezetekkel kell ellátni. A sprinkler berendezéshez tartozó műszaki jellemzőket a védett szakasz kockázati osztályának, illetve csoportjának megfelelően kell megválasztani.

Ennek megfelelően a jogszabályban rögzített táblázatból kell értelemszerűen kiválasztani a következő műszaki paramétereiket:

- fajlagos víztérfogatáram
- védőfelület
- üzemidő
- szórásfelület

A sprinkler berendezés helyes méretezése függ még a tárolási magasságtól, mely normál esetben maximum 4 m lehet (2. táblázat).

A tárolt anyag	
besorolása	tárolási magassága m
<i>K4.1</i>	4,0
<i>K4.2</i>	3,0
<i>K4.3</i>	2,1
<i>K4.4</i>	1.2

2. táblázat 2/2002. (I. 23.) BM számú rendelet 5. számú melléklet: Tűzvédelmi műszaki követelmények

Ebből is látható, hogy a csarnok épületekre sprinkler berendezést méretezni nem egyszerű feladat, mivel a korszerű, újgenerációs csarnok helyiségek átlagos belmagassága 10 m felett van.

Továbbá a méretezés függ még a tárolási módoktól. Ezek a következők lehetnek:

- A. Tárolás beépített állványokon: az árut helyhez kötött állványokon tárolják. A rakodás megoldása tetszőleges lehet. Közbenső sprinklerszint(ek) beépítése lehetséges.
- B. Tárolás mozgatható tárolóegységekben: az árut beépített állványok nélkül, tetszőlegesen egymásra halmozható tárolóegységekben (konténer, oldalfalas rakodólap) vagy más különleges szerkezeten (pl. eltolható állvány) helyezik el. Közbenső sprinklerszintek kialakítására nincs lehetőség.
- C. Egyéb tárolási módok: idetartozik minden – A- és B-től eltérő – tárolási mód (ömlesztett, ládázott vagy zsákos áru). A tárolási egységeken (tömbök, halmok) belül – az esetleges rakodólapok hézagain kívül – nem alakulnak ki üres terek.

A tárolási mód, védőfelület és a fajlagos víztárfogatáram függvényében eltérő tárolási magasságok határozhatók meg (3. táblázat).

Besorolás	Fajlagos víztérfogatáram mm/min	Tárolási magasság m			Legkisebb folyosó szélesség m			Védőfelület m ²
		A	B	C	A	B	C	
K4.1	7,5	5,3	5,3	5,3	2,0	2,0	2,0	260
	10,0	6,5	6,5	6,5	2,5	2,5	2,5	260
	12,5	–	7,6	7,6	–	3,0	2,5	260
K4.2	7,5	4,1	4,1	4,1	2,0	2,0	2,0	260
	10,0	5,0	5,0	5,0	2,5	2,5	2,5	260
	12,5	–	5,9	5,9	–	3,0	2,5	260
	15,0	–	–	6,7	–	–	3,0	260
	17,5	–	–	7,5	–	–	3,0	260
K4.3	7,5	2,9	2,9	2,9	2,0	2,0	2,0	260
	10,0	3,5	3,5	3,5	2,0	2,0	2,0	260
	12,5	4,1	4,1	4,1	2,5	2,5	2,5	260
	15,0	–	4,7	4,7	–	3,0	2,5	260
	17,5	–	5,2	5,2	–	3,0	2,5	260
	20,0	–	–	5,8	–	–	3,0	300
K4.4	7,5	1,6	1,6	1,6	2,0	2,0	2,0	260
	10,5	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	260
	12,5	2,4	2,4	2,4	2,0	2,0	2,5	260
	15,0	2,7	2,7	2,7	2,5	2,5	2,5	260
	17,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,5	260
	20,0	–	–	3,3	–	–	3,0	300
	22,5	–	–	3,6	–	–	3,0	300
	25,0	–	–	3,9	–	–	3,0	300
	27,5	–	–	4, t	–	–	3,0	300
	30,0	–	–	4,4	–	–	3,0	300

3. táblázat 2/2002. (I. 23.) BM számú rendelet 5. számú melléklet: Tűzvédelmi műszaki követelmények

Az előzőekben említettem, hogy a maximális tárolási magasság 1,2-4,0 m-ig lehetséges a besorolástól függően. Ezeket meghaladó tárolási magasság esetén közbenső sprinklerszinteket kell alkalmazni. A közbenső sprinklerfejek a tárolt, elhelyezett anyagok be- és kitárolásánál bármikor megsérülhetnek. Az ilyen jellegű kiépítésnél kötött lesz a tárolási mód, mivel a beépített vízvezetékek ott vannak. Továbbá ha a tárolási helyzet megváltozik igazodnia kell a sprinkler védelemnek is hozzá, át kell szerelni a rendszert, amely jelentősen megdrágítja a beruházást.

A fentieket figyelembe véve a sprinkler alkalmazhatóságát csarnok épületekben az alábbiakban összegzem:

A tárolási helyiségekben (tűzszakaszokban) az általános műanyag jellegű csomagoló anyagokat figyelembe véve K4.3. méretezési csoport szerint kell méretezni a sprinkler berendezést. Ezért polcos tárolás esetén 4,0 m tárolási magasságot enged meg a jogszabály 12,5 mm/min. fajlagos víztérfogatáram esetén.

Ez azt eredményezi, hogy ennél magasabb tárolás esetén a polcsorok közé is be kell rakni a sprinklereket. Ez gondot jelent a raktárt használónak, mivel a technológiát zavarja, illetve a sprinkler fejeket folyamatosan megsértik a be- illetve kitárolásnál. Ez általában azt eredményezi, hogy eláztatja a bent tárolt árút és ezek után kiiktatják a rendszert. Ezáltal megszűnik a védelem. További szakmai gondot jelent, hogy a szilárd éghető anyag égése során felszabadulnak olyan éghető gázok-gőzök, amelyek még nem gyulladtak meg. Ezek a gázok-gőzök a termikus energiájuknál fogva polcsorokat átívelve haladnak a mennyezet felé és akár a sprinkler védelem nélküli sorban gyulladnak meg, amikor elérik a gyulladási hőmérsékletüket. Ez azt eredményezi, hogy a rendszer nem tudja eloltani a tüzet csak tűzkövető lesz, azaz felügyelet mellett ég le a csarnok.

Ezért a sprinkleres hazájában az USA-ban kifejlesztették a kimondottan a csarnok jellegű és nagy belmagasságú polcos tárolásra legalkalmasabb ESFR (Early Suppression Fast Response = Korai Elfojtású Gyors Reagálású) típusú sprinkler berendezést, melyet Magyarországon a műszaki szabályozásba még nem építettek be. Az ESFR sprinkleres bevezetésével az eddigiekhez képest lényegesen emelhető a raktározási magasság a polcos tárolásnál anélkül, hogy a polcok közé sprinklereket kellene beépíteni. A felhasználó részéről is jelentkezik előny, mégpedig, hogy megszűnik a polcközi sprinkleres sérülésének veszélye és így nem lesz fölösleges vízkár. A másik nagy előny, hogy a polcrendszer szabadon alakítható a sprinkler rendszer átalakítása nélkül a raktározási igény megváltoztatása esetén. Továbbá nem elhanyagolható az a tény sem, hogy az átalakítás ideje alatt a védelem mindvégig fennmarad.

Hatalmas előnye az ESFR sprinklereseknek az összes többi sprinkleresekkel szemben, hogy elfojtó üzemmódban működnek. Mint tudjuk az egyéb típusú sprinkleresek kontroll üzemmódúak. Az ESFR típusú sprinkler is nagyfokú fejlődésen ment keresztül már a K-25 ESFR sprinkleres kifejlesztésével a tárolási magasság 12,2 m-re is növekedhet 13,7 m-es belmagasság mellett.

A fejezet összefoglalása:

A csarnok épületek passzív tűzvédelme összetettebb feladat, mint egy általános épületé. Ez azzal magyarázható, hogy sokkal nagyobb alapterületet kell lefedni a tartószerkezeteknek, azaz nagyobb fesztáv és belmagasság jellemzi. Az újgenerációs csarnok épületeknek általában Magyarországon elterjedt funkció szerinti csoportjai a logisztikai és bevásárló központok. Mindkettőre a magas polcos áruehelyezés, tárolás a jellemző. Ebből következik, hogy az 1 m²-re vetített időleges tűzterhelés igen nagy (általában 3000 MJ/m² feletti). Ezért igen lényeges, hogy a tartó és egyéb épületszerkezetek milyen tűzállósági követelményt tudnak kielégíteni. A vizsgálatom során arra a megállapításra jutottam, hogy tűzvédelmi szempontból a legjobb mind az éghetőségét, mind a tűzzel szemben való ellenállását vizsgálva a vasbeton szerkezetek. Az újgenerációs csarnok épületeknél egyre magasabb számban jelennek meg ugyan nem tartószerkezetként, de szigetelőanyagként és nyílászáróként a műanyagok. Ezek éghetőségük és füstfejlesztő tulajdonságuk miatt új kihívást jelentenek. Az építőiparban, csomagolás technikában és egyéb műszaki cikkeknel találunk műanyag alapanyagú termékeket. A helyiségben tartózkodó személyeket elsősorban a füst fenyegeti, amely akár néhány percen belül kitölti még az igen nagy légtérrel rendelkező csarnokokat is. Ahhoz, hogy a menekülés biztonságos legyen meg kell találni azt a rendszert, amely a legkorábban tudja jelezni a tüzet. Mint láthattuk a csarnok épületekben alkalmazható tűzjelző rendszerek alkalmazhatóságát vizsgálva ez nem olyan egyszerű feladat. A nagy belmagasság, a nagyobb alapterület ezt igen megnehezíti. A vizsgálódásom és az elemzéseim során megállapítottam, hogy elsődleges, biztonságos jelzésre szinte csakis a füstérzékelő rendszerek alkalmasak. Ez abból is következik, hogy a tűz során ez a legkorábbi tűzjellemző. Ezzel akár tíz perccel is korábban lehet jelezni a tüzet, mint egy hőérzékelő elvén működő rendszerrel. Azt is láthattuk, hogy a nagy belmagasságok miatt a füstérzékelők közül is a pontszerű érzékelők már egyáltalán nem jöhetnek számításba. Az elemzés kapcsán kiderült, hogy a vonali füstérzékelő sem nyújt minden esetben megbízható védelmet. Az új technikák megjelenésével szerintem csarnok épületekben, főleg ahol az éghető anyag minősége, elhelyezése viszonylag gyakran változhat a legalkalmasabb tűzérzékelő rendszer az aspirációs tűzjelző berendezés.

A korai tűzjelzés csak szükséges feltétele a hatékony tűzvédelemnek, de nem elégséges. Csarnok épületekben elengedhetetlen a hatékony hő- és füstelvezetés.

Hatékony hő- és füstelvezetésről akkor beszélünk, ha a hőt és a füstöt el tudjuk úgy vezetni, hogy a csarnok helyiség alsó felében kialakul a füstmentes levegő réteg.

Ez csak akkor valósulhat meg, ha az elvezető nyílások a tárolt anyagok füstfejlesztő képességének megfelelően lettek méretezve és biztosított a legkorábbi nyitása. A vizsgálódásom, elemzés és a kísérletek azt is bebizonyították, hogy nem elegendő az elvezetők korai nyitása, ha nincs megfelelő légutánpótlás.

Tehát összefoglalva a hatékony hő- és füstelvezetés feltételei a következők:

- a tárolt, elhelyezett anyag füstfejlesztésére méretezett füstelvezető nyílások kiépítése
- lehető legkorábbi nyitás és vele egy időben megfelelően méretezett légutánpótlás biztosítása

A hatékony hő- és füstelvezetéssel biztosítható a füstmentes levegő réteg kialakulása, ezzel megvalósul a bent lévő személyek biztonságos és gyors kiürítésének, mentésének, a biztonságos és szakszerű tűzoltói beavatkozás feltétele. Sok esetben a beavatkozó tűzoltók vonulása, helyszínre érkezése több tízpercet is igénybe vehet, ezért a nagyobb vagyoni kár megelőzése, mérséklése érdekében elengedhetetlen a beépített automatikus oltórendszer létesítése.

A fejezetben vizsgáltam, hogy a csarnok épületekben milyen oltórendszert lehet megbízhatóan alkalmazni. Az elemzéseim során megállapítottam, hogy az általánosan tárolt anyagokat figyelembe véve a leghatékonyabb beépített automatikus oltó rendszer a sprinkler berendezés. A vizsgálódás és elemzés kapcsán kiderült, hogy a hagyományos, Magyarországon a szabályozásban rögzített sprinkler berendezésnek is vannak hátrányai. A csarnokokat a nagy belmagasság jellemzi és így a megfelelő méretezés mellett a polc sorok közé is be kell építeni a sprinkler rendszert. Ezt a fejezetben ismertettem milyen hátrányokkal jár. Megállapítottam, hogy az új típusú ESFR sprinkler berendezésekkel a csarnok épületekben is nagy hatékonysággal megvalósítható az automatikus oltás.

A jelen hazai szabályozás ezen aktív tűzvédelmi rendszerek (hő- és füstelvezető berendezés és a sprinkler) együttműködését szabályozza. Ezen szabályozásnak vannak nyitott, illetve nem megfelelően szabályozott előírásai. A jelen szabályozás a német DIN szabványra épül, hasonló a szabályozás Európa szerte. Ezen szakmai hiányosságokra a fejlett nyugati országokban is felfigyeltek.

Ezért ezen rendszerek együttműködésének vizsgálatára kísérletet végeztek. A következő fejezetben a hő- és füstelvezetés, mint aktív tűzvédelmi rendszer hatékonyságát vizsgáló kísérleteket szeretnék bemutatni, elemezni.

Újgenerációs csarnok épületekben az aktív tűzvédelmi rendszereket megvizsgáltam és az alkalmazhatóságukkal kapcsolatban az alábbi következtetésekre jutottam:

- Megállapítottam, hogy elsődleges, biztonságos jelzésre szinte csakis a füstérzékelő rendszerek alkalmasak. Ezen belül a vonali füstérzékelők és az aspirációs tűzjelző rendszer.
- A hő- és füstelvezető berendezés legyen az mechanikus és gépi egyaránt alkalmas lehet a hatékony hő- és füstelvezetésre. A füstmentes levegő réteg a megfelelően méretezett elvezető nyílásokon és a levegő utánpótláson múlik. A hatékonyság függ az elvezető kupolák, szerkezetek és a légutánpótló nyílások indításának idejétől, azaz csak akkor lesz hatékony, alakul ki a füstmentes levegőréteg, ha az elvezetés és légutánpótlás a tűzjelzéssel egy időben indul.
- Elemeztem, hogy a csarnok épületekben milyen automatikus oltórendszert lehet megbízhatóan alkalmazni. Az elemzéseim során megállapítottam, hogy az általánosan tárolt anyagokat figyelembe véve a leghatékonyabb beépített automatikus oltó rendszer a sprinkler berendezés, ezen belül az EFSR oltórendszer.

IV. fejezet: A hő- és füstelvezetés és a sprinkler berendezés jellemzői nemzetközi és hazai tűzkísérletek tükrében

1. A belgiumi Gentben végzett tűzkísérlet tapasztalatai¹¹

A kutatási eredményeim alapján megállapítottam, hogy külföldön (Európában) a tűzvédelem ezen szabályozása hasonló a magyarországihoz. Az alapvető jogszabályi értelmezést, szakmai problémát az alábbi jogszabályi rendelkezés váltotta ki:

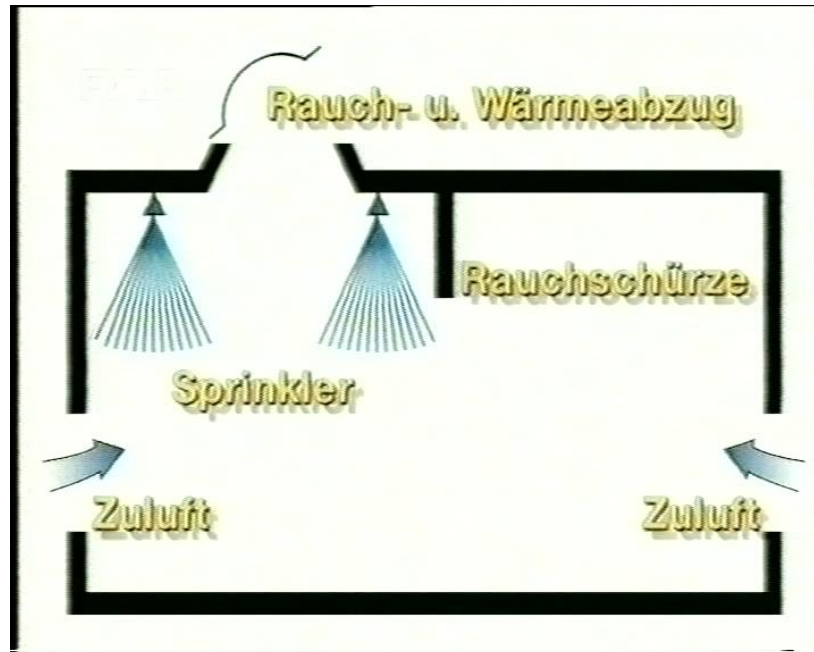
A 2/2002 (I.23.) BM rendelet – a tűzvédelem és a polgári védelem műszaki követelményeinek megállapításáról – 5. sz. melléklet (Tűzvédelmi műszaki követelmények, építmények tűzvédelme)1/8. fejezet (egylégterű csarnok épületek hő- és füstelvezetése)3.9.1. pontja szerint „Tűz esetén a beépített oltóberendezés előbb működjön, mint a hő- és füstelvezető berendezés”. 3.9.2. pontja alapján „Sprinkler, habbal oltó, szórt vizes és porraloltó berendezéssel védett térben a hő- és füstelvezető berendezés csak kézi működtetésű lehet”.

Ez gondot jelent a füstmentes levegő réteg kialakításában, azaz nem fog kialakulni. Ezáltal a személyek nem tudnak időben és biztonságosan kimenekülni, továbbá a tűzoltói beavatkozás sem lesz kellően gyors és biztonságos. Hasonló probléma feloldása érdekében 1998 tavaszán a Belgiumi Gentben tűzkísérleti sorozatot hajtottak végre. A kísérlet eredményeit több nyugati országban felhasználták a jogszabályalkotás során.

A kísérleti épület paraméterei:

- 50 m hosszú,
- 20 m széles,
- 12 m belmagasságú,
- sprinkler és hő-és füstelvezető berendezéssel ellátott, valamint a helyiség füstkötény fallal két füstszakaszra osztott (7. ábra).

¹¹ Zoltán Ferenc: A hatékony hő- és füstelvezetés és a sprinkler berendezés összefüggései csarnok épületekben = VÉDELEM 2003/6 sz. p.:25-27.



7. ábra Az épület aktív tűzvédelmi berendezéssel való felszereltsége
Belgium 1998. Genti tűzkísérlet videokép

Rauch- u. Wärmeabzug = hő- és füstelvezető berendezés

Rauchschürze = Füstkötényfal

Sprinkler = Beépített automatikus vizzeloltó berendezés

Zuluft = légutánpótló nyílások

A tűzkísérlet célja:

Megvizsgálták a hő- és füstelvezető berendezés és sprinkler berendezés együttműködését, azok hatékonyságát.

Ezeket hat különböző paraméterenként vizsgálták:

1. Hogyan alakul a tűz lefolyása aktív tűzvédelmi rendszerek beépítése, illetve működése nélkül
2. A sprinkler és a füst- és hőelvezetők működnek, de légutánpótlás nincs biztosítva
3. Az automatikus vízzel oltó berendezés, valamint a hő- és füstelvezetés az elejéről (tűzjelzéstől) kezdve működik, de friss levegő utánpótlás csak később lép működésbe
4. A hő- és füstelvezetők kezdettől fogva nyitottak és működik az automatikus vízzel oltó berendezés is.
5. Nagy füstfejlesztő képességű anyagok égése füstelvezetés és spinkler berendezés működése nélkül
6. Nagy füstfejlesztő képességű anyagok égése füstelvezetés és spinkler berendezés működésével

A kísérlet sorozat szakmai előzményei:

A tüzesetek során életüket vesztett áldozatok a statisztikai adatok alapján 80-85 %-ban nem a tűz, illetve nem a hő hatása miatt haltak bele sérüléseikbe, hanem a füst áldozatai lettek. A tűzoltói beavatkozások során a készenléti tűzoltók is naponta kockáztatják életüket, testi épségüket a tüzesetek kapcsán, mivel a legnagyobb akadályt a gomolygó füst jelenti.

Ilyen körülmények között nem lehet látni a tűz fészket, illetve a közvetlen és közvetett életveszélyben lévő személyek felkutatása és kimentése is sokkal nehezebb.

Így csak hőkamerás rendszerrel lehet „hatékonyan” tűzoltóként beavatkozni, még ezzel is nagyon nehéz megkeresni a tűz fészket és lokalizálni.

Az építőiparban az építőanyagok körében egyre több olyan éghető anyag van, amely erősen füstfejlesztő képességű, továbbá egyre több olyan tartós használati cikk, használati berendezés, csomagoló anyag van (pl. műanyag, gumi, habszivacs) környezetünkben, amely szinten erősen füstfejlesztő tulajdonságú.

Ezek az anyagok égésük során zárt helyiségben rendkívül rövid idő alatt igen nagy mennyiségű füstöt termelnek, mely során a kiürítés és menekítés még az érvényben lévő tűzvédelmi jogszabályban megengedett időn belül sem biztosítható. Ezért a füst- és hőelvezető egyre nagyobb szerepet kell, hogy kapjon az aktív tűzvédelmi rendszereken belül.

A korszerű integrált tűzvédelemben fokozott figyelmet kell fordítani az épületben tartózkodó személyek mentésére, melyet a leghatékonyabban a füst- és hőelvezető berendezés működtetésével érhetünk el. A füst- és hőelvezető berendezés hatékony működtetésével a füstöt a mennyezet alá (füstkötény-fal és az oldalfalak által határolt területen) lehet koncentrálni, ezáltal kialakul – a méretezés függvényében – egy meghatározott füstmentes levegő réteg (8. ábra).



**8. ábra Belgium 1998. Genti tűzkísérlet videokép
Füstmentes levegő réteg kialakulása**

Ezáltal az ott tartózkodó személyek biztonságosan elhagyhatják a helyiséget, a készenléti tűzoltók viszonylag rövid idő alatt megtalálják a tűz fészket és lokalizálni tudják azt.

Továbbá az anyagi javak védelme is igen fontos. A tűz során füsttel és hőmennyiséggel rengeteg az épületszerkezetekre (acél, vasbetonszerkezet, acél szerkezetei) káros hatást gyakorló – korroziót elősegítő – anyag kerül a légterbe, melyek az említett épületszerkezeteket károsíthatják, illetve szétroncsolhatják azokat.

Tehát mind a személyek mentésénél, mind az anyagi javak védelménél nagyon fontos az aktív és passzív tűzvédelmi rendszerek összehangoltsága.

A tűzkísérletek tapasztalatai:

1. tűzkísérlet:

A csarnok épület már pár perc után telítődik füsttel, a hőmérséklet gyorsan emelkedik. A füst a mennyezet alatt felgyülemlett és azt követően nagyon hamar (kb. 4. perc) turbulensen áramolva lecsapódott a padozat irányába. Ezzel gyakorlatilag olyan helyzet alakult ki, hogy a bent tartózkodó személyek már nem tudnának kimenekülni. Ilyen jellegű épületeknél a füst gyors terjedésével egyidejűleg a gyors tűzterjedéssel is kell számolni.

2. kísérlet:

A füst először a 12 m magas mennyezet alatt gyűlik össze. Eleinte a füstkötényfal még megakadályozza a füst átterjedését a szomszédos füstszakaszokba. A hőmérséklet lassú emelkedését követően bekapcsol az automatikus vízzel-oltó berendezés. Ezután a tűz gócpontjától kezdve a vízgőz lenyomja a füstöt, ezért a füstkötény-fal képtelen meggátolni a füst továbbterjedését, a látási viszonyok rohamosan romlanak.

Tehát az automatikus vízzeloltó berendezés megakadályozza a tűz terjedését, hatására azonban még több füst és vízgőz keletkezik ami lefelé terjed és jelentősen csökkenti a látótávolságot (9. ábra).



9. ábra Belgium 1998. Genti tűzkísérlet videó kép
Hő- és füstelvezetés nélkül a sprinkler berendezés működése

3. kísérlet:

A tetőszerkezetben korán szabaddá váltak a hő- és füstelvezető nyílások. A füstreteg a füstkötény-fallal behatárolt magasságban marad, mivel a sűrű füst jelentős része eltávozik az épületből. A tetőn kialakított nyílások már a korai stádiumban megkezdik a hő- és füst elvezetését, az elvezetést a légutánpótlás felgyorsítja. A sprinkler bekapcsolásakor megnő ugyan a füst mennyisége, de összességében füstmentesek maradnak a menekülési utak. Ebben a kísérletben látni lehet a tűz fészket, a menekülési utak szabadon maradtak.

4. kísérlet:

E kísérlettel azt vizsgálták, hogy a füst- és hőelvezető berendezések automatikus működésük során kihatnak – e az automatikus vízzel oltó berendezés működésére és ha igen, hogyan.

Az automatikusan (kezdetől fogva) működő füst- és hőelvezetők és friss levegő befúvók nem csak a mérgező füstgázokat vezetik el az épületből, de felgyorsítják a termikus felhajtást is. A forró levegő pontosan a célnak megfelelően éri el a sprinkler érzékelőt és kapcsolja be korai stádiumban az oltóberendezést (10. ábra). Az előző kísérletben tapasztalattal ellentétben ebben az esetben a víz illetve a vízgőz nem nyomja le a füstöt, hanem sikerül azt elvezetni. A friss levegő lényegesen javítja a füst és vízgőz elvezetésének hatékonyságát.



**10. ábra Belgium 1998. Genti tűzkísérlet videó kép
Sprinkler és a hő- és füstelvezetés együttműködése**

5. kísérlet:

Az utolsó két kísérletben a füstterhelés gyors létrejöttét vizsgálták anélkül, hogy az épületet túl nagy hőterhelésnek tennék ki, azaz az átlagosnál jóval nagyobb füstfejlesztő anyagokat használtak. Ehhez kb. 30 kg polietilént égettek el. A fényszórós megvilágítás ellenére is jól kitűnt, hogy milyen gyorsan romlottak a látási viszonyok az aktív tűzvédelmi rendszerek működése nélkül (11. ábra).



**11. ábra Belgium 1998. Genti tűzkísérlet videokép
Csarnok épület hő- és füstelvezető berendezés működése nélkül**

A képen látható, hogy a nagy légterű csarnok is néhány perc alatt megtelt tömény füsttel. Nem láthatóak a menekülési utak, a tűzoltóság nagyon rossz feltételek között kezdheti meg a felderítést, életmentést és a tűzoltást. Ezután már lehetetlen az életmentés és az anyagi javak mentése.

6. kísérlet:

Ugyanolyan tűzterhelés és füstterhelés van jelen, mint az előző kísérletben, csak az aktív tűzvédelmi rendszerek működnek.

A nagy mennyiségű légutánpótlás növeli a füst-és hőelvezetők hatékonyságát és csökkenti ezáltal a füstreteg vastagságát, valamint a hőmérsékletet (12. ábra).



**12.. ábra Belgium 1998. Genti tűzkísérlet videokép
Hatékony hő-és füstelvezetés**

A külső szemlélőnek az volt a benyomása, hogy az épület teljesen leég. A csarnok oldalán (alsó harmadban) a kialakított friss levegő utánpótlással még hatékonyabban ment végbe a füstelvezetés a tetőnyílásokon át.

A korán fellépő és a légutánpótlással hatékonyabbá vált a füst-és hőelvezetés.

A belső tér alsó részében mindvégig jók voltak a látási viszonyok, füstmentesek maradtak a mentési és menekülési útvonalak.

A kísérlet sorozat eredményeinek összefoglalása:

Az **első kísérletből** kiderül, hogy a szokásos tűzterhelés (hagyományos polcos tárolást figyelembe véve) mellett a csarnok épület tartószerkezete hő- és füstelvezetés nélkül rövid idő alatt (tíz percek) jelentősen károsodhat és statikailag elveszíti a szerepét. Emellett a csarnok ilyen feltételek esetén viszonylag rövid idő alatt (néhány perc) telítődik füsttel, mely megnehezíti, lehetetlenné teszi a biztonságos menekülést és a tűzoltói beavatkozást.

A **második kísérlet** során a sprinkler berendezést és a hő- és füstelvezető berendezés együttes működését vizsgálták légutánpótlás nélkül. Kiderült, hogy a beépített vízzeloltó berendezés eloltja a tüzet, de a keletkező vízköd lenyomja a füstöt, a látási viszonyok nagyon rosszak. Tehát az a következtetés vonható le, hogy a hő- és a füstelvezető berendezés nem befolyásolja negatívan a sprinkler berendezés működését, de a légutánpótlás nélkül a hatékony hő- és füstelvezetés nem valósul meg.

A **harmadik és negyedik kísérlet** során az automatikus vízzeloltó berendezés, valamint a hő- és füstelvezető berendezés az elejétől (tűzjelzéstől) működik a légutánpótló nyílásokkal együtt. Ebből a kísérletből is kiderül, hogy a sprinkler berendezés működését nem befolyásolja hátrányosan a hő- és füstelvezető berendezés működése. Itt már kezdettől fogva kialakul a füstmentes levegő réteg, a sprinkler berendezés késedelem nélkül működésbe lép. Tehát a biztonságos és gyors menekülés, mentés és a tűzoltói beavatkozás feltételei egyaránt biztosítottak.

Az **ötödik kísérlet** során nem fát égettek, hanem nagy füstfejlesztő képességű anyagot (30 kg polietilén) hő- és füstelvezető berendezés és a beépített automatikus vízzeloltó berendezés működése nélkül. A viszonylag kis tömegű anyag égetésekor kiderült, hogy az átlagosnál jóval több füst keletkezett, még fényszórós megvilágítás mellett sem lehetett látni a kiürítési, menekülési útvonalakat. Látható volt, hogy a gyújtástól számított néhány perc (3-4 perc) alatt telítődik a csarnok füsttel. Tehát levonható az a következtetés, hogy az aktív védelem nélküli csarnok épületekben már a kezdetektől nincs meg a feltétele a biztonságos és gyors kiürítésnek és a tűzoltói beavatkozásnak.

A **hatodik kísérletben** ugyan olyan mennyiségű nagy füstfejlesztő anyagokat égettek, csak működött a hő- és füstelvezető berendezés és a beépített automatikus vízzeloltó berendezés is. A kísérletből megállapítható, hogy a füstmentes levegő réteg kezdettől fogva kialakult, a sprinkler berendezés időben bekapcsolt. A külső szemlélőnek az lehetett a véleménye, hogy a csarnok teljesen leég.

A hatékony hő- és füstelvezető berendezés füstelvezető teljesítménye a légutánpótló nyílások segítségével megnőtt, a kötényfalak és az épületszerkezeti oldalfalak meg tudták tartani a mennyezet alatt a füstöt, nem bukott át másik füstszakaszba. Tehát összefoglalva a hő- és füstelvezető berendezés működése csarnok épületekben nem befolyásolja hátrányosan a sprinkler berendezés működését, sőt a kettő, illetve az automatikus tűzjelző berendezéssel három aktív tűzvédelmi berendezés összehangolásával, együtt működésével érhető el a legjobb tűzvédelem.

Magyarországon én szintén elvégeztem egy hasonló tűzkísérletet, hasonló feltételek mellett. Én nem a hő- és füstelvezető berendezés és a sprinkler együttműködését, hanem a hő- és füstelvezető berendezés, mint aktív tűzvédelmi rendszer működés feltételeinek hatékonyságát vizsgáltam meg.

2. Saját tűzkísérlet csarnok épületben

A hatékony hő-és füstelvezetés vizsgálata csarnok jellegű épületekben ¹²

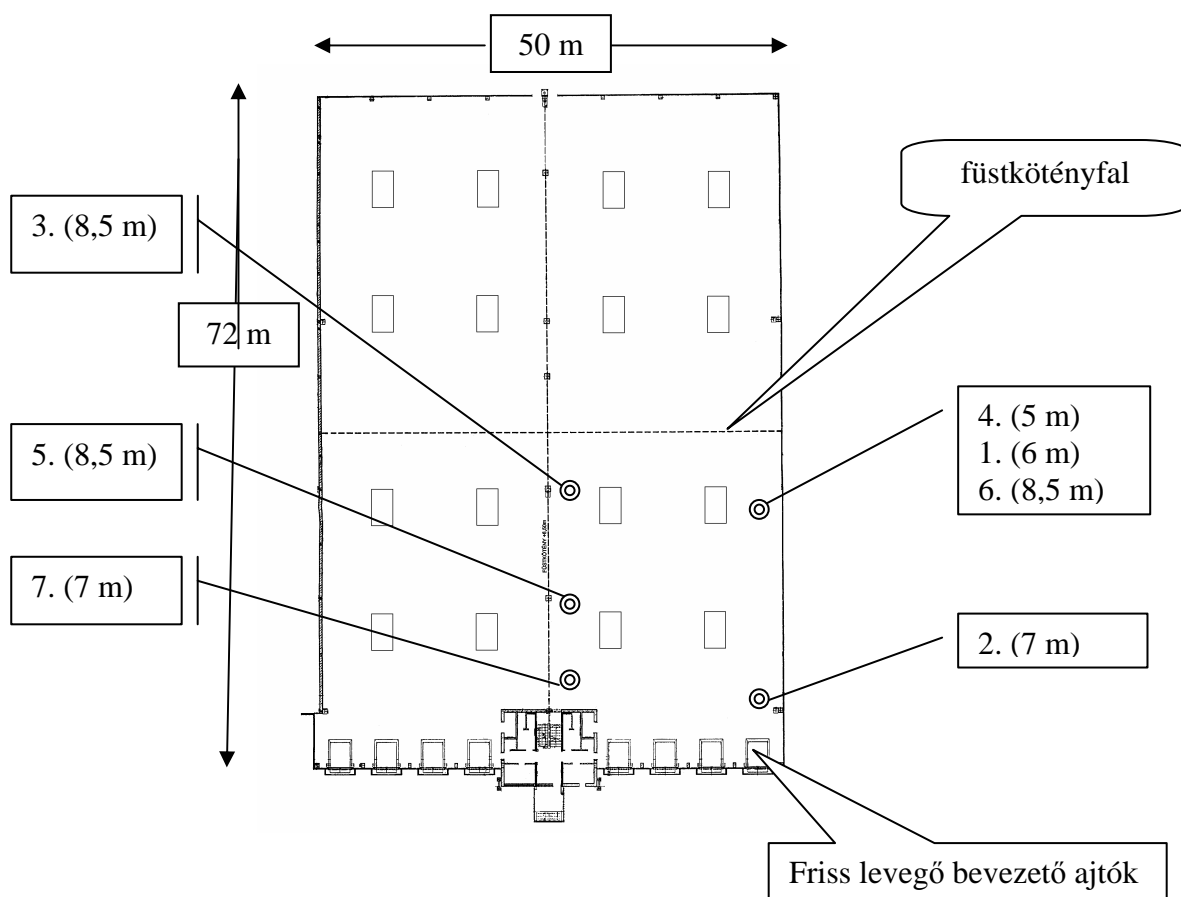
2005. január 17.-én az 1998-as Belgiumi Genti tűzkísérlethez hasonlóan Magyarországon (Délbudai Logisztikai Központ, Budapest, XXII. kerület Campona utca 1.) is elvégeztünk egy tűzkísérlet sorozatot csarnok épületben.

A csarnok épület paraméterei:

- a csarnok épület vasbeton pillérvázás keretszerkezetből létesült
- 72 m hosszú,
- 50 m széles,
- 10,0 m belmagasságú,
- és négy szimmetrikus füstszakaszra osztott.

Valamennyi füstszakaszban 4-4 füstelvezető kupola került beépítésre. A csarnok épületben ki van építve az aspirációs tűzjelző berendezés és a hő- és füstelvezető berendezés, melyek és a légutánpótló nyílásokkal együtt tűzjelzésre azonnal nyílnak.

¹² Zoltán Ferenc: A hatékony hő- és füstelvezetés vizsgálata csarnok épületekben = VÉDELEM 2005/3 sz. p.: 10-13.



13. ábra VÉDELEM 2005/3 Zoltán Ferenc A hatékony hő- és füstelvezetés vizsgálata csarnok épületekben
Az épület paraméterei

A kísérlet során a várható hőmérséklet méréséhez 7 db Pt 100-as típusú ellenállás hőmérőt helyeztünk el különböző távolságban és magasságban a tűz fészektől, melyeket magassági méretekkel az alaprajzon jelöltem.

A központ, mely rögzítette az adatokat YOKOGAWA 3081-es típusú 30 csatornás analóg és digitális hőmérséklet regisztráló volt. A műszerben a rögzíteni kívánt hőmérséklet tartomány tetszés szerint állítható.

Mivel a kísérlet végrehajtása téli időjárásra esett a csarnokban 0-(-10) °C között volt a hőmérséklet, ezért a mérni kívánt hőmérséklet tartományt 0-200 °C közöttire programoztatam be.

A műszer alfanumetrikus karakterekkel rögzítette a regisztrátumon a csatornaazonosítót, az időt és a pillanatnyi hőmérsékletet.

A műszer maximális mintavételi ideje 4,8 sec.

A kísérlet során a hőmérők telepítésében és kiértékelésében a Dunamenti Sprinkler kft. Részéről Benedek István úr segített.

A tűzkísérletet ugyan egy-egy fűrészelt famáglya tűzzel végeztem. A vonatkozó jogszabályt megvizsgáltam és az alábbi megállapításra jutottam.

A polcos tárolást, anyag elhelyezést figyelembe véve a csarnokokban az alábbi közlekedési útvonalakat kell biztosítani:

A 26/2005. (V. 28.) BM számú rendelettel hatályba léptetett új Országos Tűzvédelmi Szabályzat (továbbiakban OTSZ) 23. §-ának értelmében

23. § (1) Az üzemi helyiségben és a raktározásnál - ömlesztett tárolást kivéve - legalább a következő szélességű utat kell biztosítani:

a) a 40 méternél szélesebb helyiségben, középen vagy két oldalon, a 80 méternél szélesebb helyiségben pedig 40 méterenként, hosszirányban egyenes vonalban végighaladó 3 méter széles, mindkét esetben 30 méterenként, 1,8 méter széles keresztirányú utat;

A fentieket figyelembe véve a helyiségen belüli légáramlást a polcos elrendezés jelentősen nem befolyásolja, a kötelezően szabadon hagyott légtérben a füst, illetve a hő- és füstelvezető berendezés által gerjesztett kéményhatás ugyanúgy kialakulhat és a légutánpótlás is biztosítható. Tehát a kísérlet életszerűnek tekinthető.

A három kísérlet során kb. hasonlóan a Belgiumi kísérlethez 150-150 kg. fűrészelt fenyő árut égettünk el.

Három tűzkísérletet hajtottam végre. Ennek kapcsán az alábbiakat vizsgálati célokat határoztam meg:

- 1., A hő-és füstelvezető szerkezetek nyitása a tűzoltás vezetőjének utasítására, mely a legoptimálisabb időt is figyelembe véve kb. 15 perc. Hatékony lesz-e ily módon a hő- és füstelvezetés.
- 2., A hő- és füstelvezető szerkezetek tűzjelzésre azonnal nyílnak. Itt is a hatékonyság vizsgálata a cél.

Ezen vizsgálati célok meghatározására három kísérletet végeztünk.

- 1./ Amikor a hő-és füstelvezető berendezés és a friss levegő után-pótló kapuk tűzjelzésre azonnal nyílnak.
- 2./ Amikor a hő-és füstelvezető berendezés a tűzoltás vezetőjének döntése után (jelzés-től a felderítésig kb. 15 perc) nyílik, a hő-és füstelvezető berendezés a frisslevegő után-pótló nyílásokkal együtt.
- 3./ Amikor a füstelvezető nyílások tűzjelzésre azonnal nyílnak, és egy időben a szomszédos hő-és füstelvezető kupolákat nyitjuk a friss levegőt bevezető nyílások helyett.

Kísérletek tapasztalatai:

Első kísérlet tapasztalatai:

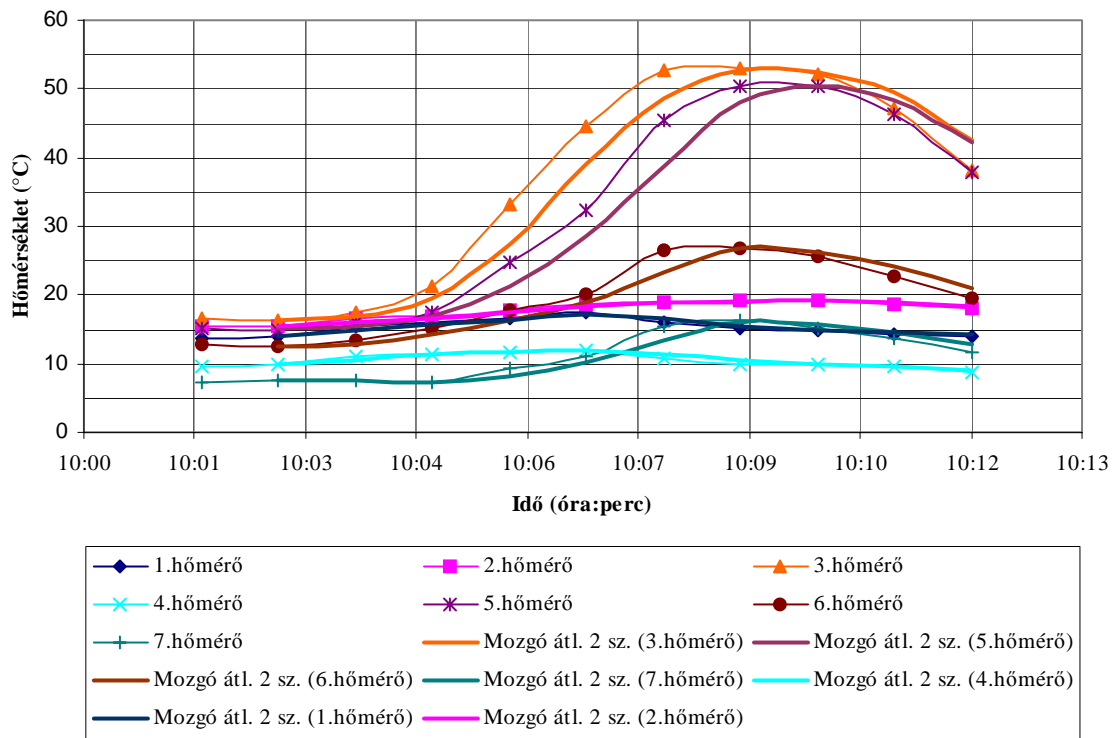
A korai tűzjelzés hatására hamar nyílnak a kupolák és a friss levegőt bevezető nyílások. A láng intenzitása gyújtástól számított egy percen belül megnő, egészen a mennyezetig ér. A füst megmarad a kötényfalakkal határolt részben (14. ábra).



**14. ábra 2005. január 17. Tűzkísérlet Dél-Budai Logisztikai Központ
A korai tűzjelzéssel egy időben nyíló füstelvezető kupolák**

A hő-és a füst intenzíven elvezetődik. A szomszédos füstszakaszokba nem terjedt át a füst és a hő. A hőmérséklet a tűz teljes kialakulásától számítva nem nő. A hatékony elvezetésnek köszönhetően 53 °C max. hőmérsékletről 38 °C-ra csökken a 10. percben.

1. sz kísérlet



15. ábra 1. kísérlet mérési eredményei

Az első kísérletben tapasztalt idő és hőmérséklet adatok:

födém alatt

4 m-re 1,5 m-re 1,5 m-re 5 m-re 1,5 m-re 2,0 m-re 6 m-re

1. sz. kísérlet idő:	1.hőmérő	2.hőmérő	3.hőmérő	4.hőmérő	5.hőmérő	6.hőmérő	7.hőmérő
10:02	13,7	15,4	16,6	9,7	15,2	12,8	7,4
10:03	14,1	15,3	16,3	10	14,8	12,4	7,5
10:04	15,4	16,5	17,5	11,2	16	13,5	7,5
10:05	15,9	16,9	21,4	11,4	17,5	15,2	7,2
10:06	16,7	17,8	33,1	11,7	24,9	17,7	9,2
10:07	17,4	18,7	44,7	11,9	32,2	20,2	11,2
10:08	15,9	19	52,7	10,8	45,4	26,6	15,4
10:09	15,2	19,1	52,9	10	50,5	26,8	16,4
10:10	14,8	19,1	52	10	50,5	25,7	15,2
10:11	14,4	18,7	47,1	9,5	46,2	22,7	13,8
10:12	14	18,1	38,1	8,8	38	19,5	11,6

Második kísérlet tapasztalatai:

Már az 5. percben a füstöt nem tudja megállítani a kötényfal, és lassan kb. 10 percen belül a csarnokot fentről lefelé fejmagasságig megtölti mérgező anyagokat tartalmazó füsttel.

A füst koncentráció gyakorlatilag a tűzjelző berendezés szerint 0,5 percen belül 100 %-ra nő, a hőmérséklet ennél a kísérletnél a legmagasabb és itt emelkedett a legintenzívebben.

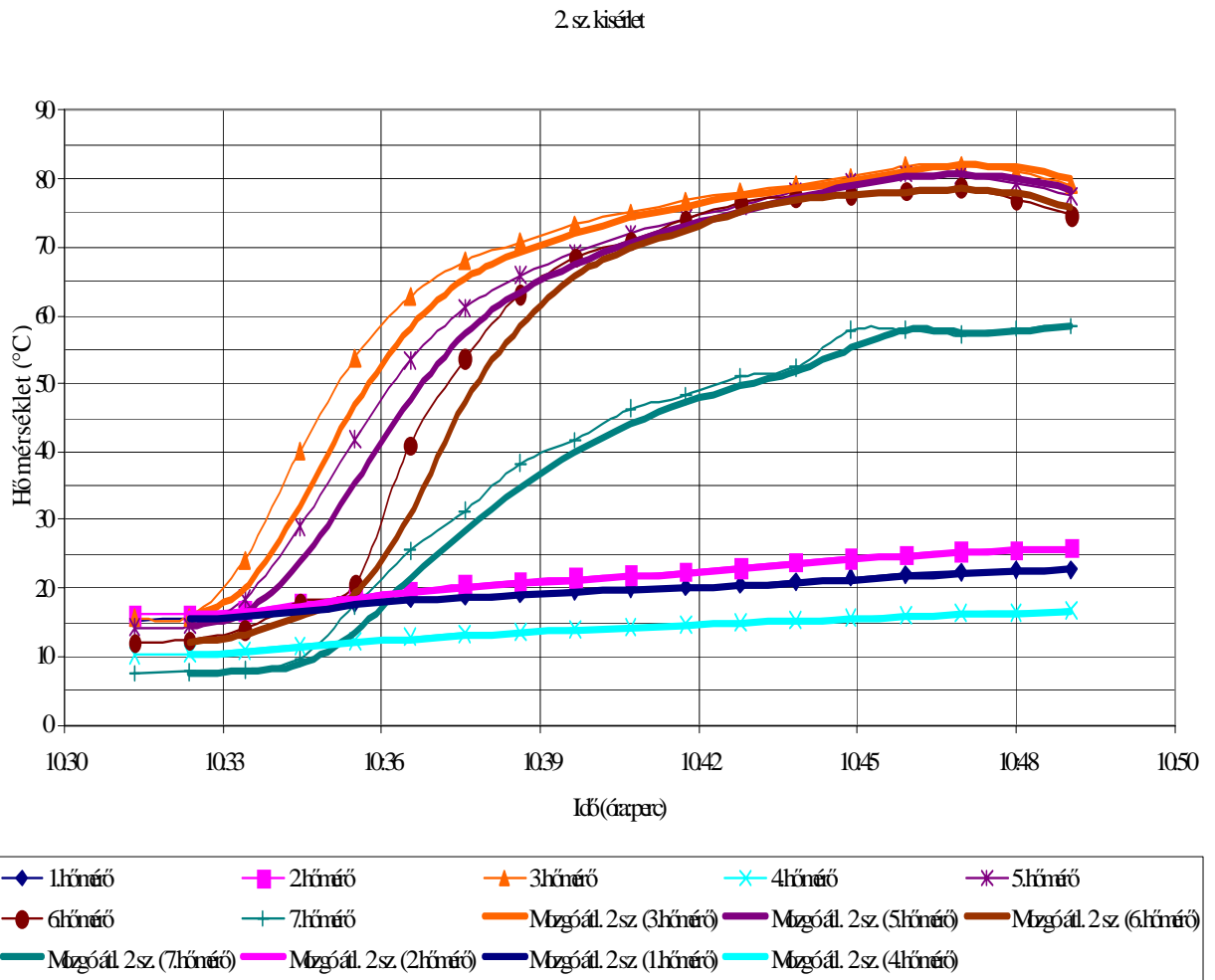
A 10. percben eléri a csúcsközeli hőmérsékletet (76,8 °C-t), majd a 15. percben eléri a max. hőmérsékletet, a 82,1 °C-t.



**16. ábra 2005. január 17. Tűzkísérlet Dél-Budai Logisztikai Központ
12 per utáni hő- és füstelvezetés hatékonysága**

A 12. percben kupolák és friss levegő után-pótló kapuk nyitása már nem tudja kialakítani a füstmentes levegőréteget (16. ábra). Ez azzal magyarázható, hogy a szomszédos füstszakaszba átáramló füstnek már nincs termikus energia utánpótlása. Ezért ahogy távolodik a tűz fészektől részben hígul, és folyamatosan hűl. Amikor környező hőmérsékletéhez közelít a füst hőmérséklete, egyre jobban terjed vízszintesen, majd lefelé.

A beáramló hideg levegő és a viszonylag lehűlt füst hőmérséklete között már nincs meg ez a különbség (kicsi a termikus energiája) amely a tetőn kialakított nyílásokon el tudná vezetni a füstöt. Ezért a bevezetett friss levegő összekeveredik a füsttel, és azt turbulensen lenyomja a padlósíntig.



17.. ábra 2. kísérlet mérési eredményei

A második kísérletben tapasztalt idő és hőmérséklet adatok:

2.sz. kísérlet:

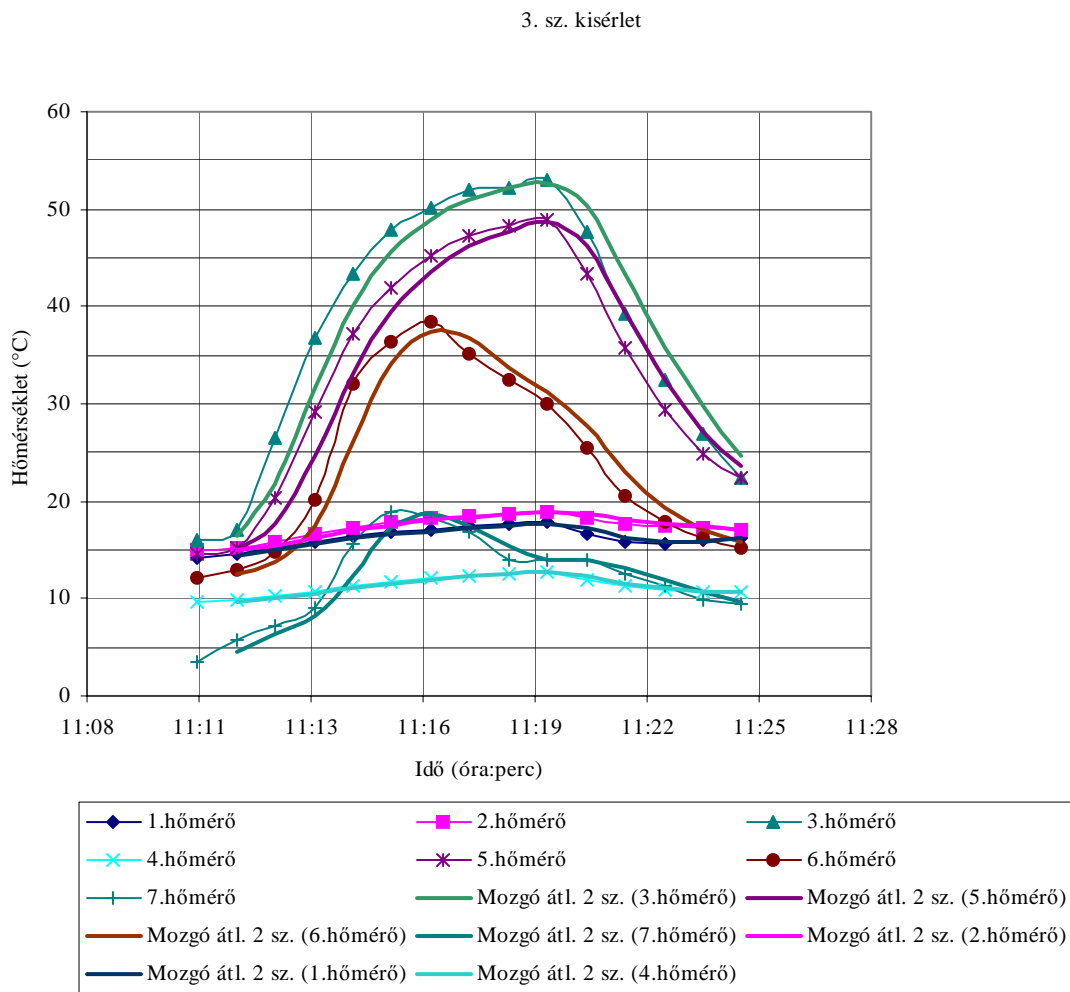
idő:	1.hőmérő	2.hőmérő	3.hőmérő	4.hőmérő	5.hőmérő	6.hőmérő	7.hőmérő
10:32	15,2	16,1	15,6	10,2	14,3	12	7,5
10:33	15,6	16,2	15,8	10,4	14,5	12,4	7,7
10:34	16,2	16,8	24,2	10,9	18,5	14	8
10:35	17,1	17,9	40	11,6	29	18	9,7
10:36	17,9	19	53,7	12,3	41,8	20,6	17,5
10:37	18,4	19,7	62,7	12,8	53,4	41	25,5
10:38	18,8	20,5	67,9	13,3	61,1	53,6	31,3
10:39	19,1	21	70,7	13,6	65,8	63,1	38,3
10:40	19,6	21,5	73,4	14	69,2	68,5	41,7
10:41	20	21,9	75,2	14,3	72	71	46,3
10:42	20,2	22,4	76,8	14,7	74,2	74	48,2
10:43	20,5	23,1	78,1	15	76,1	76,5	51
10:44	21	23,8	79,1	15,3	78,2	77,4	52,4
10:45	21,5	24,5	80,3	15,6	79,7	77,8	57,8
10:46	22	25	81,9	16	80,7	78,3	57,8
10:47	22,4	25,4	82,1	16,3	80,5	78,7	57,2
10:48	22,7	25,6	81,1	16,5	79,4	76,9	58,1
10:49	22,8	26	79,1	16,8	77,5	74,7	58,4

A második kísérletnél (hő és füstelvezető berendezés működése nélkül) a gyújtástól számítva az első percben a lángok kb. a belmagasság 2/3 részéig csaptak fel, majd a belmagasság fele alá csökkentek. A csarnok mennyezete alatt kb. 1 m-rel a hőmérséklet a 3. perctől (kb. 40 ° C) kezdve intenzívebben kezdett emelkedni, és a 9. percben elérte a maximum közeli hőmérsékletet (76 ° C), majd tovább nőtt 82 ° C fölé, és szinte maradt a 17. percig (a kísérlet végéig). Ezt a közelítő hőmérsékletet a 3 legmagasabb ponton (1 m-re a mennyezet alatt) mértük, melyek közül kettő a tüztértől vízszintesen kb. 4-5 m-re volt egy percig kb. 15 m-re. Ebből látható, hogy hatékony hő-és füstelvezető működése nélkül a hő a mennyezet alatt akkumulálódik, és a különböző magassági szinteken közel azonos hőmérséklet alakul ki.

A füst-kötényfal alatt lévő hő-érzékelők alaphelyzetükhöz képest még a duplájára sem növekedtek 15,2 ° C -ról 22,8 ° C -ra, illetve 10,2 ° C -ról 16,8 ° C -ra. Ez annak köszönhető, hogy a kötényfal fölött a hőmérséklet kisebb tér részre (füstszakaszra) megszűnt, míg az alatta lévő szakaszon a tér rész négyszeresére nőtt, és igyekezett szétoszlani.

Harmadik tűzkísérlés tapasztalatai:

Az első és a harmadik kísérlet során meglepő módon a hőmérséklet intenzitása, emelkedése szinte azonos volt. Mindkét esetben a mennyezet alatt 1 m-re lévő hő-érzékelők adatai kb. 15 ° C-ról 53 C-ra emelkedtek. Mindkét esetben a hőmérséklet intenzív emelkedése a 3-4. perctől kezdődött, és a csúcshőmérsékletet az 53 ° C –ot a 7-8. percen érte el. A 9-10. perctől a hőmérséklet erősebben kezdett süllyedni 40 ° C alá.



18. ábra 3 kísérlet mérési eredményei

A harmadik kísérletben tapasztalt idő és hőmérséklet adatok:

3. sz. kísérlet:	idő:	1.hőmérő	2.hőmérő	3.hőmérő	4.hőmérő	5.hőmérő	6.hőmérő	7.hőmérő
	11:11	14,2	15	16	9,6	14,6	12,2	3,4
	11:12	14,6	15,2	17	9,8	15,2	13	5,7
	11:13	15,2	15,8	26,5	10,3	20,3	14,7	7,2
	11:14	15,9	16,7	36,7	10,7	29,2	20,2	9,1
	11:15	16,4	17,3	43,3	11,3	37,1	32	15,7
	11:16	16,8	17,8	47,9	11,8	41,9	36,4	19
	11:17	17	18,2	50,1	12,1	45,2	38,5	18,3
	11:18	17,4	18,5	52	12,4	47,3	35,1	16,8
	11:19	17,6	18,7	52,2	12,6	48,2	32,5	14
	11:20	17,9	19	53,1	12,7	49	30,1	13,9
	11:21	16,7	18,3	47,7	11,9	43,3	25,5	13,9
	11:22	15,9	17,7	39,2	11,2	35,7	20,6	12,5
	11:23	15,7	17,5	32,5	10,8	29,3	17,9	11,4
	11:24	16	17,3	27	10,6	24,9	16,2	9,8
	11:25	16,3	17	22,3	10,6	22,3	15,3	9,5

Mindkét esetben a hő-és füstelvezető kupolák nyitására - a gyújtástól számított 1 perc - a láng közel a mennyezetig csapott fel, és ez az intenzitás kb. 2,5 percig tartott.

Gyakorlatilag addig, amíg a fa el nem kezdett szenesedni, ettől kezdve az éghető anyag utánpótlása visszaesett, ezért csökkent a láng magassága.

Következtetések, összegzés:

1./ A hatékony hő-és füstelvezetés csak is akkor alakul ki, ha a jelzéssel egy időben nyílnak az elvezető kupolák és friss levegő bevezető nyílások.

Ekkor alakul ki a füstmentes levegőréteg.

A kupolák 15 percen kívüli nyílása után a füstöt a kötényfal nem tudja megtartani, és telítődik a csarnok füsttel. A szomszédos füstszakaszokba került füstnek már nincs termikus energia pótlása, ezért lehülve a padlóhoz közelit. A kupolák nyitásával nem fog kialakulni az a hőmérséklet különbség, amely a füstöt felhajtaná és el tudná vezetni a kupola nyílásokon keresztül.

2./ A hatékony hő- és füstelvezetés kialakulásával folyamatosan fennáll azaz állapot, hogy a tökéletes égés bekövetkezzen. Ezáltal kevesebb lesz a füstképződés, a hő- és a meleg füst el tud távozni a tetőn keresztül.

3./ Egy másik fontos tényre is felfigyelhettünk:

Az első és a harmadik kísérlet során – hatékony hő-és füstelvezetés – a lángok kb. 1 m-re csaptak fel a mennyezet alatt (19. ábra), a friss levegő hatására az égés hevesebb, ezáltal elvileg lényegesen magasabb hőszugárzásnak kell bekövetkeznie.



**19. ábra 2005. január 17. Tűzkísérlet Dél-Budai Logisztikai Központ
Lángok 1 m-re a mennyezet alatt**

Egy jelentős része elvezetődik, a hő másik része sugárzással terjed. A kísérlet során ebben az esetben a mennyezet alatti hőmérséklet lényegesen alacsonyabb volt $83\text{ }^{\circ}\text{C}$ helyett $53\text{ }^{\circ}\text{C}$, és ez sem egyenletesen oszlott meg. A tüztől távolabb kb. 15 m-re lévő hő-szonda már csak $26,8 - 30,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -t mutatott ugyanabban az időben, magasságban mint az $53\text{ }^{\circ}\text{C}$ -t mutató hő szonda. Az $53\text{ }^{\circ}\text{C}$ -t mutató hő-szondák a tüztől vízszintesen 4-5 m-re voltak elhelyezve. A közel mennyezetig felcsapó lángoktól kb. 1 m-re volt egy polycarbonát borítású fénycső armatúra elhelyezve, melyen semmilyen alakváltozás nem történt. Az előbb említett hőmérsékleti arányokat figyelembe vesszük, akkor a fénycső armatúra közelében $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ fölötti hőmérséklettel kellene számolni kb. 2,5 perc időtartamig. (A polycarbonát lényeges, látható forma állékonyságát kb. $125\text{ }^{\circ}\text{C}$ - on veszíti el.) Ez azzal magyarázható, hogy a hatékony hő-és füstelvezetés kialakulásával kupola és frisslevegő bevezető nyílások azonnali nyitásakor kialakul az intenzíven felfelé mozgó légáramlás, a kéményhatás. A láng külső felülete folyamatosan „hideg levegővel” érintkezik, és a lángot körülveszi ez a hideg levegő gyűrű. Ezáltal az oldalirányú konvekciós hőáramlása minimálisra csökken, hisz a lángot körülvevő hideg levegő gyűrű is a kéményhatás kialakulásával az elvezető kupola irányába halad és közbe lép reakcióba a tüzzel. Ezzel gyakorlatilag egy „hideg burokba csomagolja a lángot”.

Ez azt jelenti, hogy a heves égés ellenére az oldal irányú tűzterjedés lehetősége minimálisra csökken. Ahhoz, hogy ez a kéményhatás (függőleges huzathatás) hatékonyan kialakuljon a kupolák kiosztásánál inkább a sűrűbben elhelyezett kisebb nyílásfelületű kupolákat kell előnyben részesíteni, mint a nagyobb felületű, de ritkább kiosztású rendszert. Ez azért indokolt, mert minél jobban vízszintes irányban elhúzzuk (megvezetjük) a lángot a nagyobb távolság miatt, annál hatékonytalanabb lesz a hő- és füstelvezetés, valamint növeljük az oldalirányú tűzterjedés lehetőségét is.

4./ A hatékony hő-és füstelvezetéssel kialakul a füstmentes levegőréteg. Ezáltal a bent tartózkodó személyek biztonságosan ki tudnak menekülni.

Ennek kiemelt szerepe lehet egy csarnok jellegű bevásárló központban, ahol több ezer olyan ember is lehet bent, akinek nincs helyismerete az épületben.

5./ A füstmentes levegőréteg kialakulásának további jelentősége, hogy a beavatkozó tűzoltó látja az épületszerkezetet, mely alapján fel tudja mérni, hogy biztonságos-e az épületen belüli oltás. Továbbá látható a tűz fészke, ezáltal célirányosan hamar meg tudják kezdeni a tűz oltását.

6., A harmadik kísérlet azt bizonyította, hogy a csarnok alsó harmadában a kétszeres levegő utánpótlás részben kiváltható a szomszédos füstszakaszban nyíló elvezető kupolákkal. Véleményem szerint ezzel minimum egy szeresére lehet csökkenteni a levegő utánpótlás kialakítását, ha a szomszédos füstszakaszban legalább annyi geometriai m^2 felületű kupola nyílás kerül nyitásra, mint amennyiből a füstöt el akarjuk vezetni. Továbbá ez a feltétel csakis tűzjelzésre azonnali nyitással valósítható meg.

3. A két tűzkísérlet összevetése, összehasonlítása

Alapvetően a tűzkísérletek módját tekintve hasonlított a két kísérlet. Mindkettőben a csarnok helyiség közepén máglyaszerű tüzet gyújtottunk. Volt némi közös a két kísérletben, mégpedig a hő-és füstelvezetés hatékonyságának, szükségességének a kihangsúlyozása. A különbség a vizsgálati célokban és a módszerekben mutatkozott meg. A belgiumi tűzkísérlet során alapvető célként jelenik meg a hő- és füstelvezető berendezés és a beépített automatikus vizzeloltó berendezés (sprinkler) együttműködésének feltétele, egymás kizárása vagy segítése, azaz a csarnok épületekben az aktív tűzvédelmi rendszerek hatékonyságának a vizsgálata. Emellett vizsgálták a kísérlet során a hő- és füstelvezetés hatékonyságát is. A közös a kísérletekben, hogy mindkettőben hajtottunk végre hő- és füstelvezető berendezés működése nélkül és működésével is kísérletet. Az átfedéssel kísérelti részben szinte azonos megállapításra jutottunk. Csarnok épületekben a hő- és füstelvezető berendezés kihagyhatatlan aktív tűzvédelmi rendszer. Az is megállapítható, hogy a rendszer csak úgy hatékony, ha légutánpótlás is van. Arról a belgiumi kísérletben nem vontak le következtetést, hogy csak is úgy hatékony a hő- és füstelvezetés, ha kezdetektől indulnak az elvezetéssel együtt a légutánpótló bevezetők nyitó szerkezetei is. Ez pedig részben szerepelt a kísérletükben és egyértelműen bizonyítható az ő kísérletükből is csak erre nem helyeztek hangsúlyt. A saját kísérletem során ezt kiemelten vizsgáltam, hisz a jelen jogszabály (2/2002. (I.27.) BM számú rendelet) megengedi a csak kézzel való későbbi légutánpótló nyílások, szerkezetek nyitását is. Ma Magyarországon eddig eltérő volt a vélemény. Sokan azt a szakmai elvet vallják, hogy a légutánpótló nyílások, szerkezetek nyitását - sőt néha még a hő- és füstelvezető berendezéseket is ide értve – majd a tűzoltás vezetője eldönti, hogy nyitja-e vagy sem. Sokan főleg vidéken az elméleti és gyakorlati ismeretek hiánya okozza ezt a felvetést. A kísérletem során egyértelműen kiderült, hogy a későbbi (10-15 percen kívüli) hő- és füstelvezető berendezés nyitásakor már nem tud kialakulni a füstmentes levegőréteg, amely biztosítja a csarnok épület minimum alsó 50 %-ában a füstmentes levegőt. Ahhoz, hogy ez tartós maradjon a megfelelő méretezés mellett lényeges a mértékadó füstszakaszhoz tartozó geometriai elvezető nyílásfelület kétszerese a légutánpótló felületek részére. Ezzel biztosítható a biztonságos és gyors kiürítés és tűzoltói beavatkozás alapvető feltétele. Eltérő vizsgálati szempont volt még ahogy az előzőekben említettem a belgiumi tűzkísérletben a sprinkler és a hő- és füstelvezető berendezés együttes működése.

Erre azért volt szükség, mert a szakemberek közül sokan azt feltételezték, feltételezik, hogy a hő- és füstelvezető berendezés működésével a hő elvezeti a sprinkler fejektől, melyekben hőkioldó elem van, amely elzárja a csőhálózatban nyomás alatt lévő víz útját. A kísérlet bebizonyította, hogy ez nem így van. A hő- és füstelvezetés mellett is késedelem nélkül nyitottak a sprinkler fejek. Sőt a kettő együtt igazán hatékony, hisz a kísérlet sorozat során megvizsgálták azt is, hogy csak a sprinkler működik a hő- és füstelvezető pedig nem. Ebből kiderült, hogy ugyan a tüzet eloltotta a beépített automatikus vizzeloltó berendezés, de a füst percek alatt elárasztotta a helyiséget, sőt a meleg magasabban lévő füstöt is lenyomta a vízgőz, ezáltal a rossz látási viszonyt még tovább fokozta. A két aktív tűzvédelmi rendszer együtt működésével kialakult a füstmentes levegő réteg, a sprinkler nyitása után a vízgőz sem nyomta le a füstöt a helyiség alsó felébe. Tehát továbbra is megvalósult a hatékony tűzvédelem. A belgiumi tűzkísérlet során a kísérlet sorozatot a fa égését követően nagy füstfejlesztő anyaggal (polietilén) is megvalósították és a hatékony hő- és füstelvezetés itt is jól vizsgázott. A saját kísérletem még annyiban tér el, hogy én hőmérőket helyeztem el a csarnok azon füstszakaszában, ahol az égetést végeztem. Érdekes megállapításra jutottam. Az időbeni változásokat és a maximum hőmérsékletet vizsgálva. A hatékony hő- és füstelvezetés során a kéményhatás kialakulásával a láng függőleges irányba megnő, alulról és oldalról a beérkező hideg levegő a lángot körülveszi és szinte ezzel a hideg levegővel beburkolja. Ezáltal a konvekciós hőáramlás jelentősen csökken. Ennek eredménye kisebb lesz a hőterhelés a lángoktól oldalirányban. Ez és a kéményhatásban megvezetett láng és hő ebből a függőleges áramlásból oldal irányba nehezebben tud kilépni, ezáltal az oldalirányú tűzterjedés jelentősen csökken. A két kísérletből az tapasztalat is levonható, hogy csarnok épületekben a három aktív tűzvédelmi rendszer közül a hő- és füstelvezető berendezése a főszerep. Ezt az alábbiakkal indoklom. A csarnok épületben, mint már említettem a meneküléshez és a hatékony és biztonságos tűzoltói beavatkozás eléréséhez elengedhetetlen a füstmentes levegőréteg kialakulása.

Ehhez a jól méretezett berendezésen kívül szükség van a lehető legkorábbi valós tűzjelzésre. A sprinkler berendezés, mint már a korábbi fejezetekben kihangsúlyoztam alapvetően, elsődlegesen vagyontmentésre szolgál, a hő- és füstelvezető berendezés pedig életvédelmet segíti elő. A sprinkler működésével a hő- és füstelvezető berendezés nélkül nem hatékony tűzvédelem. A kettő együttműködésével mindkettő kielégítő védelmet tud nyújtani. Ezt bővebben kifejtettem egy megjelent cikkemben.¹³

¹³ Zoltán Ferenc: Csarnok épületek építészeti tűzvédelmében a hő- és füstelvezetőké a főszerep = VÉDELEM 2005/4

Összefoglalva a két kísérlet eredményeit megállapítható, hogy van közös eredmény, mely szerint a csarnok épületekben a hő- és füstelvezető berendezés nélkülözhetetlen aktív tűzvédelmi rendszer. Továbbá az is közös eredménynek tekinthető, hogy csakis akkor hatékony, ha az elvezető nyílásokkal, szerkezetekkel együtt, azonos időben a légutánpótlás is biztosított. Emellett vannak külön-külön eredmények is, melyeket az előzőekben már ismertettem.

Úgy gondolom, hogy a két tűzkísérlet egymást jól kiegészítette és hasznos lehet mind a hazai és mind a külföldi jogszabály alkotás során.

A kutatási céloknak megfelelően a kísérleteket összegeztem és kutatásaimat elemeztem és ezáltal az alábbi téziseket bizonyítottam:

1. Kísérletekkel bizonyítottam, hogy az egylégterű csarnok épületekben a füstmentes levegőréteg kialakulása csak tűzjelzésre azonnal nyíló elvezetővel és vele egy időben működő levegő utánpótlással valósítható meg.
2. Az egylégterű csarnok jellegű épületekre vonatkozóan kísérlettel bizonyítottam, hogy a füstmentes levegőréteg kialakulásával, a minél korábbi hatékony hő- és füstelvezetéssel a gyorsabb és biztonságosabb tűzoltói beavatkozás megvalósul.
3. Saját kísérlettel bizonyítottam, hogy a hő- és füstelvezetés nyílások - a jogszabályban megengedett oldalméret betartása mellett - kellő sűrítésével az oldalirányú tűzterjedés csökkenthető.
4. Bizonyítottam, hogy a csarnok épületekben a hatékony hő- és füstelvezetés megvalósulásával a passzív tűzvédelmi rendszerek (épületszerkezetek tűzállósági és éghetőségi követelményei, tűszakasz méretek stb.) követelményeire kedvezőbb értékeket lehet meghatározni, anélkül, hogy a tűzvédelem hatékonysága romlana.

A megállapításaimat sajnos a gyakorlat is igazolta, mivel a Budapest XXII. kerület Camona-Tesco bevásárló központban 2005. január 13-án éjjel 22⁰⁰-kor volt egy tüzeset. Tudomásom szerint ez volt az első olyan esemény, amely során vizsgálni tudtam az „új generációs” csarnokok tűzvédelmét, azaz, hogy is működnek a beépített tűzvédelmi berendezések éles esetben. A bevásárló központban mind három aktív tűzvédelmi rendszer ki volt építve a jelen szabályozásnak megfelelően.

Azt tudjuk, hogy jelenleg a beépített automatikus vizzeloltó berendezés (ESFR sprinkler) esetén a hő- és füstelvezető berendezés csak kézi nyitással oldható meg. Az esemény során az történt, hogy feltehetően (vélelmezetten, mivel az illetékes rendőr hatóság a vizsgálat során egyértelmű bizonyítékot nem talált, de más gyújtó forrás sem volt a helyszínen) szándékos tűzokozás miatt a ruha nemű részleg meggyulladt. A tűzoltás vezetőjének utasítására a hő- és füstelvezető berendezést csak a tűzoltók kiérkezése után kapcsolták be, ezért a bevásárló csarnok kb. 5 perc alatt telítődött füsttel. Szerencsére az esemény az ünnepek után és éjszaka történt, ezért csak szinte a dolgozók tartózkodtak a helyiségben és ők kitudtak menekülni. Ugyan a sprinkler eloltotta a tüzet, de rossz belegondolni ha ez az esemény karácsony előtt több ezer vásárló személy bent tartózkodása esetén történik. Továbbá azért is aktuális, mert most van folyamatban a 2/2002. (I.23.) BM. sz. rendelet mellékletében szereplő építmények tűzvédelme című fejezet átdolgozása, és minden hasznos tapasztalat, információ elősegítheti a minél jobb jogszabály létrehozását.

Szakmai körökben még mindig folyik a vita, hogy a hő-és füstelvezető berendezés azonnal nyíljon légutánpótlással egy időben tűzjelzésre, vagy várjuk meg amíg a tűzoltás vezetője a helyszínre érkezik és ő döntse el, hogy nyitja-e, vagy sem.

Ez a súlyosabb esemény is elkerülhető lett volna, amennyiben a kutatásaim és a kísérletek eredményei már szerepelnek a létesítés időpontjában a vonatkozó tűzvédelmi előírásokban.

Nézzük meg a következőkben a hazai jelen és tervezett jogszabályi hátteret.

V. fejezet: Csarnok épületek tűzvédelmével kapcsolatos hazai és nemzetközi szabályozásának vizsgálata

Ez a téma azért aktuális, mert jelenleg folyik a építmények tűzvédelme című tűzvédelmi, műszaki szabályozás átdolgozása, korszerűsítése, az uniós jogszabályokkal való jogharmonizációja. A jogszabály korszerűsítését a BM OKF (Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság) koordinálta, irányította. A műszaki szabályozás átdolgozása során két munkabizottságban vettem részt és koordináltam a csarnok épületek tűzvédelmét érintő szabályozás kidolgozását.

A két munkabizottság megnevezése:

1., Az építmények általános tűzvédelmi követelményei

- a tűzállósági követelmények
- Épületszerkezetek tűzvédelmi követelményei
- Tűzszakaszok, tűzgátló elválasztások

2., Hő- és füstelleni védelem

- Egy légterű csarnokok és csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése
- Lépcsőházak hő- és füstelvezetése, füstmentesítése
- Átriumok és menekülésre számításba vett közlekedők hő- és füstmentesítése
- Talajszint alatti helyiségek hő- és füstelvezetése

Ezek közül csak a csarnok épületre vonatkozó részekkel foglalkozom az értekezésemben. Mint már említettem jelenleg csarnok épületekre vonatkozó részletesebb szabályozás csak a hő- és füstelvezetés terén valósult meg hazánkban. A többi műszaki tűzvédelmi, követelményt az általános épületekre vonatkozó fejezetrészekből kell összeollózni.

Elsőként vizsgáljuk meg a hő- és füstelvezetésre vonatkozó szabályozást.

1. Csarnok épületek hazai jelenlegi és a tervezett hő- és füstelvezetés tűzvédelmi szabályozása

Gyakorlatilag az elején megfogalmazott csarnok épület fogalom meghatározás alá tartozó épületekben típustól függetlenül minden típusú épületben kötelező a beépített tűzjelző berendezés. Az új jogszabály tervezetben, ahol van tűzjelző berendezés ott a hő- és füstelvezető berendezés indítását csak tűzjelző berendezés végezheti. Korábbi alfejezetben már ismertettem, hogy ilyen belmagasságú terekben csak füstérzékelő hatékony, tehát a hő- és füstelvezető berendezést gyakorlatilag csak füstérzékelő fogja vezérelni. Az első fejezetben már ismertettem, hogy a tűz keletkezésekor az első tűzjellemző általában a füst, ezért a lehető legkorábbi tűzjelzést füstérzékelők beépítésével érhetjük el. Minél korábbi a tűzjelzés annál korábban tudjuk megkezdeni a hő- és a füst elvezetését. Ezt az elvet követve került a jogszabály átdolgozásra.

Nézzük meg a konkrét várható változásokat a jelenlegi szabályozás összevetésével:

Jelenleg a kötelezettséget az Országos Tűzvédelmi Szabályzat (továbbiakban OTSZ) 35. § (1) bekezdése írja elő: „Az építmények 1600 m²-nél nagyobb alapterületű helyiségeiben, valamint ott, ahol azt jogszabály vagy a tűzvédelmi szakhatóság - a személyek biztonsága vagy a beavatkozás hatékonyságának javítása érdekében- előírja, a tüzesetek során keletkező hő- és füstelvezetéséről gondoskodni kell.”

A **tervezetben** ezen jogszabály írja elő a kötelezettséget. További változás, hogy nem csak az előírt maximumtól kötelező a hő-és füstelvezető berendezés létesítése, hanem meghatároztunk egy minimum létesítési követelményt is a csarnok épületek műszaki paramétereit figyelembe vételével.

Jelenleg a jogszabályban a füstszakasz alapterülete legfeljebb 1600 m², az oldalmérete pedig legfeljebb 60 m lehet. Nagyobb alapterület vagy oldalméret esetén a tér szakaszolására kötényfalat kell alkalmazni. Az így kialakított füstszakaszok azonos technológiájú térben azonos méretűek legyenek.

Tervezetben ez a következőkkel egészül ki: A füstszakasz mérete növelhető, amennyiben a hő- és füstelvezető berendezések füstszakaszra előírt geometriai felületét minden megkezdett 100 m²-ként 10 %-os arányban növeljük, de egy füstszakasz sem lehet 2000 m²-nél nagyobb.

Ezzel egyfajta rugalmasságot adtunk a jogszabálynak, hogy ne kelljen merev számok után eltérést kérni az BM OKF-től.

Ez a beruházó részére ad egyfajta olyan rugalmasságot a tűzvédelem hatékonyságának megtartásával, mellyel a költségei indokolatlanul nem nőnek meg.

Jelenleg a mesterséges szellőztető berendezés alkalmazása esetén az adott helyiségre számítható hő- és füstelvezető nyílásfelületek minden négyzetmétere helyett $2 \text{ m}^3/\text{s}$ légáramlási sebességet kell biztosítani úgy, hogy a füstgázok ne juthassanak más védett helyiségbe, füstszakaszba. Egyéb tervezési iránymutatást nem ad a szabályozás.

Tervezetben a gépi elvezetésnél egy komplett számítási módszert léptetünk életbe, mely szakmai, tervezési alapelve megegyezik a mechanikus elvezetéssel. 200 m^2 -ként legalább egy elszívó-nyílást kell kialakítani, tűzszakaszonként önálló ventilátor(ok) alkalmazásával. A ventilátor(ok) szállított térfogatárama: az adott helyiségre számítható hő- és füstelvezető nyílásfelületek minden hatásos négyzetmétere helyett $2 \text{ m}^3/\text{s}$ légáramlási sebességet kell biztosítani úgy, hogy a füstgázok ne juthassanak más védett helyiségbe, füstszakaszba. A számított térfogatáramot $20 \text{ }^\circ\text{C}$ környezeti hőmérsékleten kell figyelembe venni (a levegő sűrűsége $\rho=1.2 \text{ kg}/\text{m}^3$).

A ventilátor kilépési pontján a névleges keresztmetszetre vonatkoztatott sebesség nem haladhatja meg a $20 \text{ m}/\text{s}$ -ot. Csak olyan típusú ventilátor telepíthető, melynek üzemvitelét akkreditált vizsgálólaboratóriumban vizsgálták, jelleggörbéjét hitelesítették és megfelel a fenti követelményeknek. Ezzel megvalósulhat egy bonyolultabb anyag elhelyezés, vagy tárolási mód mellett is a hatékony hő- és füstelvezetés.

Jelenleg a füst és a forró égésgázok mielőbbi elvezetése céljából célszerű több kisméretű, mint kevés nagy nyílásméretű hő- és füstelvezető alkalmazása. Ez a célszerű szó nem ad kötelezést, csak ajánlást a tervezés folyamán. A tűzkísérletemben egyértelműen bebizonyosodott, hogy az oldalméretek betartásának figyelembe vétele mellett a kupolák optimális sűrítésével hatékonyabb elvezetés érhető el, mint ritkább kiosztású nagyobb felületű elvezető kupolákkal.

A tervezetben a hatékony elvezetés érdekében közösségi funkciójú tűzszakaszban 200 m^2 -ként, míg egyéb esetben 300 m^2 -ként legalább egy hő- és füstelvezető berendezést (gépi elszívási pontot / hő- és füstelvezető nyílást) kell beépíteni.

Ez a változás azért került bele a tervezetbe, mert a tűzfészkehez minél közelebb van függőleges vetületben az elvezető nyílás annál hatékonyabban kialakul a kéményhatás. Nem véletlen, hogy a kéményeket sem szabad 20^o-nál jobban elhúzni, mert leromlik a füstgázok elvezetésének a hatékonysága. Ezt a szakmai elvet a német szabályozásból vettük át.

Ezen szabályozásnak meg van a másik előnye is, mely szerint a hatékonyabb elvezetéssel, a jobb kéményhatás kialakulásával bizonyíthatóan csökkenthető az oldalirányú tűzterjedés.

Jelenlegi szabályozásban vizsgáljuk meg az automatikus működés lehetőségét:

- az automatikus működésű hő- és füstelvezető berendezés esetében lehetővé kell tenni a kézi működtetést is;
- az érzékelőelem a nyitószervezetet egyenként vagy csoportosan vezérelheti;
- az egyenkénti vezérlésű nyitószervezet hőérzékelő elemének statikus kioldási hőmérséklete normálkörülmények között legfeljebb 75 °C legyen, feltételezve, hogy a várható környezeti hőmérséklet a 60 °C-ot nem haladja meg (illetve ennél nagyobb környezeti hőmérséklet esetében megfelelően nagyobb kioldási hőmérsékletű hőérzékelő elem alkalmazása szükséges);
- megfelelően nagyobb kioldási hőmérsékletű hőérzékelő elem alkalmazása szükséges); csoportos vezérlésű berendezés esetében egyszerre csak egy füstszakasz hő- és füstelvezetői nyílhatnak, és az ilyen megoldás esetén az alapterület minden 400 m-ére legalább egy füstérzékelő elem vagy két hőérzékelő elem kerüljön elhelyezésre (Ez a megoldás nem minősül tűzjelző berendezésnek!);
- 9 m-nél nagyobb belmagasság esetében csak füstérzékelő elemet szabad alkalmazni.

Ez a szabályozási pont lényegében elvesztette a jelentőségét, hisz az OTSZ 4. táblázatában (lásd melléklet) a tűzjelző és oltóberendezések kötelezésénél raktározásnál már 500, bevásárló központok esetében már 2000 m²-től az automatikus tűzjelző berendezés már kötelező. Erre magyarázatot ad a következő tervezetrész.

Tervezetben az automatikus tűzjelző berendezés létesítése esetén, annak **bármely jelére** – a kézi jelzésadó kivételével – a hő- és füstelvezető rendszernek füstszakaszonként **automatikusan kell indulnia**, a kézi indítás lehetőségéről a hő- és füstelvezető, valamint a légutánpótlást szolgáló berendezések esetében is gondoskodni kell. Ezzel gyakorlatilag megszűnik a csak kézi indítás lehetősége, a szubjektivitás, a csak ember által vezérlés lehetősége teljesen kizárt.

Jelenleg a sprinkler-, habbal oltó, szórt vizes és porral oltó berendezéssel védett térben a hő- és füstelvezető berendezés csak kézi működtetésű lehet. Ezt vizsgáltam a Belgiumi Genti tűzkísérlet során és arra a megállapításra jutottam, hogy a hő- és füstelvezető berendezés nem befolyásolja hátrányosan a sprinkler berendezés működését, sőt a két rendszer együttműködésével érhető el a legjobb tűzvédelem.

A Tervezetben az automatikus vízzel-, vagy habbal oltó berendezéssel védett térben a hő- és füstelvezető berendezés és a levegő utánpótló szerkezet azonnal nyílik tűzjelzésre.

A fentiekből látható, hogy lényeges változásokon fog keresztül menni a jelenlegi csarnok épületekre vonatkozó hő- és füstelleni szabályozás.

A tervezet összeállítása során figyelembe vettük a hazai civil szakemberek tapasztalatait (közülük hatan részt is vettek a bizottság munkájában), az európai szabályozást, valamint a hivatásos tűzoltóság e szakterülettel foglalkozó személyek javaslatait.

A szabályozás tervezetben szereplő megállapításokat nagyban segítette az általam 2005. január 17-én és a Belgiumi Gentben (1998) végzett tűzkísérlet tapasztalatai, tézisei. A jogszabály változásokkal gyorsabb és biztonságosabb lesz a menekülés, kiürítés, a beavatkozó tűzoltók is hatékonyabban, biztonságosabban tudnak majd csarnok épületek tüzeinél beavatkozni.

1.1. Az építmények általános tűzvédelmi követelményei

- a tűzállósági követelmények
- Épületszerkezetek tűzvédelmi követelményei
- Tűzszakaszok, tűzgátló elválasztások

Jelenleg a hazai szabályozásban ezen témakörben az épületszerkezetek követelményei között találunk csak a csarnokokra vonatkozó előírásokat táblázat formájában.

A hazai és külföldi kísérletekből levonható következtetések, tézisek alapján a csarnok épületekre egyedileg szükségesnek találom meghatározni a tűzállósági, éghetőségi, füstfejlesztő képesség és égve csepegési követelményeket függetlenül az épület funkciójától. Továbbá önállóan szükséges szabályozni a megengedhető legnagyobb tűzszakasz méretét, hisz mint korábban említettem a tűz másképpen viselkedik egy hagyományos épülethez képest. Ennek van hátránya (nagyobb tűzterhelés, de a hatékony hő- és füstelvezetéssel, valamint a sprinkler berendezés beépítésével ez a valóságban jelentősen csökkenthető) és az aktív-passzív tűzvédelmet jól megtervezve, méretezve igen sok előnye is.

A fenti szakmai érvek mellett szükséges az átdolgozás az európai uniós jogharmonizáció miatt is.

Nézzük meg a hazai jelen és tervezett hazai szabályozást a hő- és füstelvezetésen kívül.

Csarnok épületek szerkezeteinek éghetőségi és tűzállósági követelményei jelenleg:

A 2/2002. (I.23.) BM számú rendelet Tűzvédelmi műszaki követelmények fejezet, I. fejezet, Építmények tűzvédelme, I/3 fejezet Építmények tűzállósági követelményei.

4. táblázat Csarnoképületek szerkezeteinek éghetőségi és tűzállósági követelményei

Tűzállósági fokozat		I.	II.	III.	IV.	V.
Teherhordó falak	éghetőség T_H (óra)	nem. é. 1	nem. é. 0,5	neh. é. 0,5	köz. é. 0,2	köz. é. 0,2
– pillérek, oszlopok, keretszerkezetek – tetőfödémek tartószerkezetei	éghetőség T_H (óra)	nem. é. 0,5		köz. é. 0,5*	köz. é. 0,2	
tűzgátló falak	éghetőség T_H (óra)	nem. é. 1	nem. é. 0,5	tűzszakaszok elválasztására tűzfal készítenendő		
tűzfalak	éghetőség T_H (óra)	nem. é. 3			nem. é. 1	
– nem teherhordó külső térelhatároló falak (önhordó, vázkitöltő, függönyfalak) – válaszfalak (nem teherhordók)	éghetőség T_H (óra)	nem. é. 0,2	neh. é. 0,2	köz. é. 0,2	köz. é. nincs T_H követelmény	
tetőfödémek térelhatároló szerkezetei**	éghetőség T_H (óra)	nem. é. 0,2	köz. é. 0,2		köz. é. —	
osztószintre, galériára vezető lépcső	éghetőség T_H (óra)	nem. é. 0,2	neh. é. 0,2	osztószint nem építhető		
pincébe vezető lépcső	éghetőség T_H (óra)	nem. é. 0,5	nem. é. 0,2		köz. é. 0,2	

Megjegyzés:

* A tetőfödémek tartószerkezetei, amennyiben azok tönkremenetele a függőleges teherhordó szerkezetek állékonyságát nem veszélyezteti védelem nélküli acélszerkezetből is készülhetnek (0,2 óra), a 60 kg/m² tömeget meghaladó térelhatároló szerkezetet (pl. födemelemeket) gyámolító acél tartószerkezetek kivételével.

** Ide tartoznak azok a réteges felépítésű (szendvics) szerkezetek, melyek tömege 60 kg/m²-nél nem nagyobb.

Kiegészítő rendelkezések a 4. táblázathoz

1. Tűzvédelmi szempontból a 9. táblázat előírásait kell alkalmazni azoknál a nagy légtérű, egyszintes épületeknél (a továbbiakban: csarnoképületeknél), amelyek:

- átlagos belmagassága legalább 3,60 m,
- tetőtérrel nem rendelkeznek,
- az alapterület, illetve a tűzszakasz méretének legfeljebb 25%-a kétszintes (osztószint, galéria).

A felsorolt feltételeknek nem megfelelő (pl. alacsonyabb belmagasságú stb.) egyszintes építmények szerkezeteinek tűzállósági követelményeit az általános épületekre vonatkozó követelmények szerint lehet meghatározni.

Csarnoképületként kizárólag a tetőtérrel nem rendelkező ipari és tárolási célú épületek, valamint a közösségi épületek közül csak a sportlétesítmények vehetők számításba. Egyéb közösségi épületek függetlenül a belmagasságuktól nem értelmezhetők csarnokként, és azok épületszerkezeteire vonatkozó tűzvédelmi követelményeket csak az általános épületekre vonatkozó követelmények szerint lehet meghatározni.

2. Amennyiben a csarnok részben, vagy egészében alapincézett, a pince feletti födémek éghetőségi és tűzállósági követelményeit szintén az általános épületekre vonatkozó követelmények szerint kell meghatározni.

3. Az egyszintes csarnoképület teherhordó acélszerkezetei – a 9. táblázat megjegyzésén túlmenően – védelem nélkül készíthetők a következő esetekben:

- „A” és „B” tűzveszélyesség célját szolgáló ipari épületekben,
- III–V. tűzállósági fokozatú ipari, mezőgazdasági és tárolási épületekben 500 MJ/m² tűzterhelésig,
- iskolai tornatermekben, illetve azokban a testnevelési célokat szolgáló helyiségekben, ahol „éghető” anyagú lelátó nem kerül kialakításra és a befogadó képesség legfeljebb 500 fő,
- a rendeltetéstől függetlenül akkor, amikor a tetőhéjalás hőszigetelés nélküli (hidegtető) és az olyan anyagból készül, amelyeknek a tűzzel szemben nincs számottevő ellenállása (jelenleg: azbesztcement és alumínium hullámlemez) és az épületben álmennyezet vagy a teret felülről lezáró egyéb szerkezet nem kerül beépítésre.

4. Az egyszintes épület (tűzszakasz) alapterületének 25%-át meg nem haladó osztószint (galéria) tartószerkezetei az I–II. tűzállósági fokozatú épületben védelem nélküli acélból, illetve a III–V. tűzállósági fokozatú épületekben „közepesen éghető” szerkezetből is készülhetnek.

Mint látható a jelen műszaki jogszabály a funkció szerint sorolja be a csarnok épületeket. Ezáltal a közösségi épületekre egyáltalán nem vonatkozik. A kísérletek egyértelműen bebizonyították, hogy a hatékony hő- és füstelvezetés kialakulásával, az automatikus tűzjelző berendezéssel és a beépített automatikus oltórendszerrel felszerelt csarnok épületekben a működésük hatására a kiszámolt tűzterhelés töredéke éri az épületszerkezeteket. Hisz a keletkező hő nagy része eltávozik a csarnok épületből. A kialakult tüzet, pedig az EFSR sprinkler gyorsan le tudja küzdeni. Ezért a vonatkozó uniós jogszabályt figyelembe véve a csarnok épületek épületszerkezeteire funkciótól függetlenül meg lehet határozni az éghetőségi és tűzállósági követelményeket.

A jelenlegi szabályozásban a tűzállósági követelmények meghatározásánál tágabb követelmények is szerepeltek, az Európai Unióban csak negyedórás bontásban határozhatók meg a követelmény számok.

Nézzük meg ez hogyan valósul meg a tervezetben.

Egyszintes csarnok épületek tervezett tűzállósági fokozat követelményei

5. táblázat

I-V. tűzállósági fokozatú tűzszakasz esetén		I. tűzállósági fokozat	II. tűzállósági fokozat	III. tűzállósági fokozat	IV. tűzállósági fokozat	V. tűzállósági fokozat
Szerkezeti csoport	Szerkezet megnevezése	Tűzvédelmi osztály Tűzállósági határérték				
Teherhordó falak, pillérek	Teherhordó pillérek, oszlopok, keretszerkezetek, tetőfödémek tartószerkezetei	A2 R 60	C R 45	D R 30	D R 15	D R 15
	Teherhordó falak	A1 REI-M 60	A2 REI-M 45	C REI-M 30	D REI-M 15	D REI-M 15
	Falszerkezetek merevítő elemei	A1 R 60	A1 R 45	C R 30	C R 15	C R 15
Tűzgátló szerkezetek	Teherhordó tűzgátló falak	A1 REI-M 60	A1 REI-M 45	A1 REI-M 30	Tűzszakaszok elválasztására tűzfal készítendő	
	Nem teherhordó tűzgátló falak	A1 EI 60	A1 EI 45	A1 EI 30	Tűzszakaszok elválasztására tűzfal készítendő	
	Tűzfalak	A1 REI-M 180			A1 REI-M 120	
	Tűzgátló ajtók tűzszakasz-határon	A1 EI 60	A1 EI 45	A1 EI 30	D EI 60	-
	Tűzgátló csappantyúk tűzszakaszhatáron	EI 60	EI 45	EI 30	EI 60	-
	Tűzgátló tömítések, kiegészítők tűzszakaszhatáron	EI 60	EI 45	EI 30	EI 60	-
	Pince födém	A1 REI 60	A1 REI 45	A2 REI 30	-	-
	Középfolyosók, zárt oldalfolyosók határoló falszerkezetei	A2 EI45	A2 EI30	A2 EI 30	B EI 15	B -
	Osztószint	A1 REI 30 R 30	A1 REI 30 R 30	B REI 15 R 15	Osztószint nem építhető be	
Szakipari szerkezetek	Külső térelhatároló falak	A2 E 15	A2 E 15	B E15	C -	C -
	Válaszfalak	A2 EI 15	A2 EI 15	B EI 15	C -	C -
	Tetőfödémek térelhatároló szerkezetei (60 kg/m ² felülettömegig)	A1 EI 15	A2 EI 15	C EI 15	C -	C -
Menekülési útvonalak (nem tűzgátló) szerkezetei	Kiürítési útvonalnak számító lépcsők és lépcsőpihenők tartószerkezetei és járófelületének alátámasztó szerkezete	A1 REI 30	A1 REI 30	A1 REI 15	-	-
	Falburkolatok	A2-s1, d0	A2-s1, d0	B-s1,d0	C-s1,d0	C-s1, d0
	Álmennyezetek	A2-s1, d0	A2-s1, d0	B-s1, d0	C-s1, d0	C-s1, d0
	Hő- és hangszigetelések menekülési útvonalak határoló szerkezetein belül	A2-s1, d0	A2-s1, d0	B-s1, d0	C-s1, d0	C-s1, d0
	Padlóburkolatok	B _{fl} -s1	B _{fl} -s1	B _{fl} -s2	C _{fl} -s2	C _{fl} -s2

Kiegészítő rendelkezések a 5. táblázathoz:

A táblázatban szereplő értékek csak az alábbi kritériumok esetén alkalmazhatóak:

- rendeltetéstől függetlenül minden egylégterű, földszintes (legalább tűzgátló módon elválasztott pincével rendelkező), padlás- és tetőtér nélküli épületeknél;
- átlagosan 3,6 m feletti belmagasságú;
- 800 m² feletti alapterületű;
- az épület, vagy a tűzszakasz alapterületének legfeljebb 25 %-a kétszintes (osztószint, galéria)

A felsorolt feltételeknek nem megfelelő (pl.: alacsonyabb belmagasságú, stb.) egyszintes építmények szerkezeteinek tűzállósági követelményeit az 1-5. táblázatokban foglaltak alapján kell megállapítani.

Magyarázat a táblázat jelölésére:

Tűzállósági fokozatok meghatározása:

Az építményt vagy annak tűzszakaszát – a tűzveszélyességi osztályba sorolástól függően – az alábbi I-V. tűzállósági fokozatnak megfelelően kell kialakítani:

- a) "A" és "B" tűzveszélyességi osztály esetén I-II.,
- b) "C" tűzveszélyességi osztály esetén I-III.,
- c) "D" tűzveszélyességi osztály esetén I-IV.,
- d) "E" tűzveszélyességi osztály esetén I-V.

Jelölések:

R – teherhordó képesség: a szerkezeti elemek azon képessége, hogy egy bizonyos ideig egy vagy több oldalukon fennálló meghatározott mechanikai igénybevétel mellett ellenállnak a tűz hatásának szerkezeti stabilitásuk bármilyen vesztesége nélkül.

E – integritás: az épületszerkezetnek egy elválasztó funkcióval rendelkező olyan képessége, hogy tűznek az egyik oldalán történő kitéttel szemben ellenáll anélkül, hogy a tűz a lángok vagy a forró gázok átjutása következtében átterjedne a másik oldalra, s azok vagy a ki nem tett felületen vagy, a felülettel szomszédos bármely anyagon gyulladást okozhatnának.

- I – szigetelés:** az épületszerkezet azon képessége, hogy ellenáll a csak egyik oldalon bekövetkező tűzkitétnek anélkül, hogy szignifikáns hőátadás eredményeként a tűz átjutása bekövetkezne a kitett felületről a ki nem tett felületre.
- W – sugárzás:** az épületszerkezeti elemek azon képessége, amely egy oldalon történő tűzkitét esetén vagy a szerkezeten keresztül, vagy a ki nem tett felülettől a szomszédos anyagok felé irányuló jelentős hőszugárzás csökkentése eredményeként csökkenti a tűz átmenetének valószínűségét.
- M – mechanikai hatás:** az épületszerkezeteknek az a képessége, hogy ütésnek ellenállnak abban az esetben, ha a tűzben egy másik komponens szerkezeti hibája következtében az illető szerkezethez ütődik.
- C – önzáródás:** egy ajtó- vagy egy zsaluszerkezet azon képessége, hogy automatikusan becsukódik, s ez által lezár egy nyílást.
- S – füstáteresztés:** épületszerkezetek azon képessége, hogy csökkentik, vagy eliminálják a gázok vagy a füst átjutását az épületszerkezet egyik oldaláról a másikra.
- G – „koromtűz”-zel szembeni ellenálló képesség:** kémények és égéstermék-elvezetők ellenálló képessége koromlerakódásból származó tűzzel szemben.
- P vagy PH – üzemképesség fenntartása:** kábelek áramellátási és/vagy jelátviteli képességének folyamatos fennmaradása tűz esetén.
- K – tűzvédő képesség:** fal és mennyezetburkolatok, illetve álmennyezetek azon képessége, amely a mögöttük/fölöttük lévő anyagnak egy bizonyos ideig védelmet biztosít tűzzel, szenesedéssel és más hőkárosodással szemben.

Mint látható a követelmények részben kedvezőbbben változtak és olyan követelményeket is szabályoz az EU-s követelményekkel összhangban, melyeket az eddigi szabályozás nem tartalmazott.

Vizsgáljuk meg hogyan alakul jelenleg és a tervezett a tűzszakasz megengedhető legnagyobb területi követelményei.

Jelenleg a csarnok épületeknél funkció szerint határozzuk meg a mértékadó tűzszakasz követelményeit.

Nézzük meg a jelenlegi szabályozást.

1., Lakóépületek, üdülőépületek és közösségi épületek tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei:

6. táblázat

Az épület tűzállósági fokozata		I.	II.	III.	IV. ²⁾	V. ³⁾
Az épületek rendeltetése		A tűzszakaszok megengedett legnagyobb területe ¹⁾ , m ²				
Otthon jellegű épületek	Lakó- és üdülőépület	8 000 ⁴⁾	7 500 ⁴⁾	4 500	300	–
	Szálloda, üdülőszálló	7 500	6 000	2 000 ²⁾	300	–
	Szociális otthon, gyógyüdülő szálló, kórházi szállásépület	5 000	4 000	–	–	–
Művelődési épületek	Könyvtár, levéltár, térképtár	5 000	2 500	1 000	–	–
	Múzeum, kiállítóterem	7 500	5 000	1 500	–	–
	Színház, filmszínház, művelődési ház	A vonatkozó műszaki irányelvek szerint				
Nevelési, oktatási épületek	Bölcsőde, csecsemőotthon	4 000 ³⁾	3 000 ³⁾	–	–	–
	Óvoda	5 000 ²⁾	4 000 ²⁾	–	–	–
	Iskola, főiskola, egyetem, szakmunkásképző	6 000	5 000	3 000	1 000 ⁶⁾	500 ⁵⁾
	Kisegítő iskola, (gyógypedagógia)	3 000 ²⁾	2 500 ²⁾	–	–	–
Ellátó, szolgáltató, egészségügyi épületek	Igazgatási és irodaépület ⁷⁾	7 500	6 000	4 000	300	–
	Sportlétesítmények ⁸⁾	15 000	12 000	6 000	3 000	–
	Fürdő	7 500	6 000	3 000	1 000	–
	Vendéglátó üzlet (étterem, vendéglő, borozó, eszpresszó stb.)	7 500	6 000	3 000	300	–
	Áruház, üzlet, bolt, árusítópavilon	10 000	8 000	3 000	600	–
	Vásárcsarnok, piac	20 000	15 000	6 000	1 000	–
	Orvosi rendelő, mentőállomás, véradó állomás	6 000	5 000	2 500	–	–
	Kórház	5 000	4 000	–	–	–

Ezzel a táblázattal azért kell foglalkozni, mert a közösségi épületek közül is léteznek csarnok épületek. Ilyenek lehetnek a sportcsarnokok és bevásárló központok, vásárcsarnokok. Amiért ezt a táblázatot össze kell hasonlítani az új csarnok épületekre vonatkozó táblázattal az az, hogy az új előírások már vonatkoznak a közösségi épületekre is

A jelen szabályozás kedvezőbb értékeket állapít meg áruházak mértékadó tűzszakasz méreteinél, mint a raktáraknál.

Ez a két típusnál közel tízszeres értéket jelent (áruház beépített oltó berendezéssel 20000 m², míg a raktáraknál mindössze 2500 m²).

Ez a bevásárló központok megjelenésével már szakmailag nem helytálló. A megszokott áruházak alacsony belmagasságúak, kisebb alapterülettel rendelkeznek és ezáltal a tűzterhelésük is lényegesen alacsonyabb. Továbbá lényeges különbség még, hogy az áruházakban csak a bemutatott árucikk van jelen és a többi árút raktárban, önálló tűzszakaszban helyezik el, míg a bevásárló központok magas belmagassággal, alapterülettel és tűzterheléssel rendelkeznek és olyan áru mennyiséget halmoznak fel az eladótérben, amely szinte raktározásnak felel meg, gondoljunk csak pl. a METRO és egyéb áruházakra. Mivel funkcióját tekintve jobban rá lehetett fogni az áruház megjelölést, mint a raktározásét és ez sokkal kedvezőbb volt a tulajdonosnak, ezért ezt választották. Beláthatjuk, hogy ez szakmailag – főleg a vásárlók biztonságát figyelembe véve – nem helyes. Ezt a szakmai problémát orvosolja az új szabályozás.

2., Az ipari üzemi építmények tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei (táblázatot lásd. Melléklet)

3., A mezőgazdasági létesítmények mezőgazdasági üzemi és tárolási építményei, és épületei tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei (táblázatot lásd. Melléklet)

A másik általánosságban csarnokként használt funkció a tárolás és a logisztikai központok.

Vizsgáljuk meg a tárolókra vonatkozó jelen követelményeket.

4., Tárolók, épületek tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei:

7. táblázat

Tűzterhelés ²⁾ , MJ/m ²		1500 MJ/m ² -ig terjedő	1500–3000 MJ/m ² között	3000 MJ/m ² -nél nagyobb
az épület vagy a tűzszakasz				
tűzveszélyességi osztály	Tűzállósági fokozata	a tűzszakasz megengedett legnagyobb területe ²⁾ , m ²		
„A”	I.	3000 ³⁾	1500 ³⁾	750 ³⁾
	II.	2000 ³⁾	1000 ³⁾	500 ³⁾
„B”	I.	4000	2000	1000
	II.	3000	1500	750
„C”	I.	5000 ⁴⁾	2500	1250
	II.	4000 ⁴⁾	2000	1000
	III.	3000 ⁴⁾	1500	750
„D”	I.	6000 ⁴⁾	3000	1500
	II.	5000 ⁴⁾	2500	1250
	III.	4000 ⁴⁾	2000	1000
	IV.	600 ³⁾	300 ³⁾	150 ³⁾
„E”	I.	7000 ^{4), 5)}	–	–
	II.	6000 ⁴⁾	–	–
	III.	8000 ⁴⁾	–	–
	IV.	700 ³⁾	–	–
	V.	200 ³⁾	–	–

¹⁾ Az ipari, a kereskedelmi, a közlekedési, a táv- és hírközlési, a mezőgazdasági létesítmények 3. táblázatban nem szereplő tárolási célú épületei is.

²⁾ A tűzterhelés számításánál az 5. számú melléklet I/7. fejezete szerinti időleges tűzterhelést kell figyelembe venni. Ha a megengedett legnagyobb területre nincs előírás (a táblázatban: –), a rovatnak megfelelő tűzállósági fokozatú építmény, épület létesítése nincs megengedve.

³⁾ Csak egyszintes épületnél van megengedve.

⁴⁾ Egyszintes épületek esetében
 – legfeljebb 500 MJ/m² tűzterhelésig legfeljebb 100%-kal,
 – legfeljebb 200 MJ/m² tűzterhelésig legfeljebb 150%-kal
 szabad növelni a táblázatban meghatározott tűzszakasz területeket.

⁵⁾ 500 MJ/m² tűzterhelés alatt a tűzszakasz területére nincs korlátozás.

Ha figyelembe vesszük, hogy egy csarnok jellegű bevásárló központban (pl. Budaörsi METRO) ugyanolyan magas polcos anyag elhelyezés (tárolás) történik, mint egy raktárban, mivel nincs olyan raktár kapacitása, mint korábban megszokott áruházaknak. Ebből következik, hogy a tűzterhelése 3000 MJ/m² fölé esik. Ha megnézzük a két eltérő funkciójú csarnok épületet akkor ugyanolyan feltételek mellett a bevásárló központban a maximális tűzszakasz mérete 20000 m², míg a raktárban csak 2500 m².

A bevásárló központban akár több ezer ember is bent tartózkodhat akinek nincs helyismerete, nem tudják a vészkijáratok helyeit, illetve egy tüzeset kapcsán mindenki a megszokott irányba a pénztárak irányába menekülne. Ellenben egy raktárban lényegesen, nagyságrendekkel (általában 10 fő alatt), helyismerettel rendelkező és tűzvédelmi oktatásban részesült személyek tartózkodnak. Ebből is látható, hogy a jelen szabályozásnak vannak még hiányosságai.

Ezeket korigálja a tervezett jogszabály.

Csarnoképületek tervezett tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei

8. sz. táblázat.

A tűzszakasz tűzállósági fokozata		I.	II.	III.	IV.	V
A tűzszakasz		A maximálisan megengedett tűzszakasz-terület				
Tűzveszélyességi osztálya	időleges tűzterhelése					
„A”-„B”	1500 MJ/m ² alatt	5000	4000	-	-	-
	1500-6000 MJ/m ² között	2500	2000	-	-	-
	6000 MJ/m ² fölött	750	500	-	-	-
„C”	1500 MJ/m ² alatt	10000	8000	6000	-	-
	1501-6000 MJ/m ² között	6000	5000	4000	-	-
	6000 MJ/m ² fölött	4000	3000	2000	-	-
„D”	1500 MJ/m ² alatt	12000	10000	8000	1200	
	1501-6000 MJ/m ² között	8000	6000	4000	1000	
	6000 MJ/m ² fölött	3000	2500	2000	500	
„E”	1500 MJ/m ² alatt	korlátlan	korlátlan	6000	1500	500
	1501-6000 MJ/m ² között	-	-	-	-	-
	6000 MJ/m ² fölött	-	-	-	-	-

Megjegyzés a 8. sz. táblázathoz:

Amennyiben a tűzszakasz automatikus tűzjelző berendezéssel, hatékony hő- és füstelvezetéssel (vonatkozó jogszabály szerint), valamint beépített automatikus oltórendszerrel is ellátott tűzszakasz a táblázatban szereplő alapérték 100 %-al növelhető.

A fentieket figyelembe véve, valamint a kísérletekből levonható következtetés, tézis, mely szerint kísérlettel bizonyítottam, hogy a csarnok épületekben a hatékony hő- és füstelvezetés megvalósulásával a passzív tűzvédelmi rendszerek (épületszerkezetek tűzállósági és éghetőségi követelményei, tűzszakasz méretek stb.) követelményeire kedvezőbb értékeket lehet meghatározni, anélkül, hogy a tűzvédelem hatékonysága romlana.

A csarnok épületek során elhagyható a funkció szerinti csoportosítás, csak a tűzterhelés, a tárolt, elhelyezett anyag tűzveszélyességi osztálya és az épület tűzállósági fokozata a meghatározó.

Ezen jogszabály módosításokkal a csarnok épületek szakmai szabályozása korrektebb, áttekinthetőbbé válik.

Ezzel mindenképp egy olyan szabályozást kapnak a hazai szakemberek, mely átláthatóbb és jobban kezelhetőbb.

Nézzük meg külföldön, az Európai Unióban a csarnok épületekre vonatkozóan milyen szabályozást kellett figyelembe vennünk a munkánk során:

2. Az Európai Unióban történő szabályozás:

Az Európai Unióban a csarnokokra vonatkozó szabályozások a német és a francia előírásokon alapszanak. Ez a két szabályozás is az utóbbi évtizedben történt szakmai egyeztetéseknek köszönhetően szinte átfedi egymást. Én irodalmat a francia területről tudtam gyűjteni. Az Európai Unióban is, mint jelenleg hazánkban a csarnokokra vonatkozó szabályozás csak a hő- és füstelvezetésre terjed ki részletesen. Még az Európai Unióban sem dolgoztak ki a csarnokokra vonatkozó részletesebb szabályozást, pedig az elmúlt években végeztek néhány kísérletet ez irányban. A közös Európai Unió szabályozás csak keretjellegű és minden országnak a saját helyi viszonyaira kell kidolgozni a részletesebb előírásokat. Ez így helytálló is, mert pl.: egy hő-és füstelvezető kupola hó terhelésére nem ugyanazon követelményeket kell meghatározni Spanyolországban, mint a skandináv országokban. Nézzük meg Nyugat Európában hogyan szabályozzák a csarnok épületek tűzvédelmét:

Az Európai Unióban MSZ EN 12101 szabványsorozat foglalkozik a hő-és füstelvezetéssel. Ezt a szabványsorozatot 2002-ben adták ki. Az MSZ EN 12101-1-es lap a fogalom meghatározásokat foglalja magába, az MSZ EN 12101-2-es lap a természetes füst és hőelvezető berendezések műszaki előírásait, míg a MSZ EN 12101-3-as lap a kényszer áramoltatású (gépi elvezetés) füst- és hőelvezető berendezések műszaki előírásait szabályozza. Továbbá megjelent az EU Belügy, a Belbiztonság és a Helyi Szabadságok Minisztériumának 2002. augusztus 5. rendelete az „IT 246 Technikai Utasítása”, mely az engedélyezésre kötelezett fedett raktárak katasztrófa elleni védelmére vonatkozik.

Nézzük meg részleteiben a jogszabályok előírásait:

MSZ EN 12101-2 szabvány:

A szabvány különböző követelményeket határoz meg a természetes füst- és hőelvezető berendezésekre, szerkezetekre. Ezeket az előírásokat a hazai jogszabály tervezetünkbe beépítettük és csak azokat az értékeket vettük figyelembe, amelyek Magyarországra jellemző időjárási és egyéb műszaki körülmények indokoltá tették. Ilyen követelmények:

Működési követelmények és osztályozás

1. Megbízhatóság:

1.1. Megbízhatósági osztályok

Az elvezető berendezés a következő osztályok egyikébe sorolható:

Re A

Re 50

Re 1000

Az A, az 50, és az 1000 jelű osztályok a tűz esetén nyitott helyzetbe való nyitások és a terhelés nélküli zárások számát jelentik.

A működés megbízhatósága

Tűz esetén az elvezető berendezés a működtetés után – károsodás és külső energiaellátás nélkül – legfeljebb 60 másodperc alatt érje el és visszaállításig tartsa meg a nyitott helyzetét.

Kétfunkciójú elvezető berendezés, melyet szellőztetésre is használnak

Ha kétfunkciójú az elvezető berendezés, akkor normális terhelés nélküli vizsgálattal 10 000-szer nyisson.

2. Terhelés alatti nyitás

2.1. Terhelések

2.1.1. Hóterhelési osztályok

Ezen osztályozás során a hóterhelést vizsgálják, melyet Pa-ban adnak meg.

2.1.2. Oldalszél-szimulációs terhelés

A vizsgálat során az oldalszél hatásának szimulációja miatt az elvezető berendezést 10 m/s sebességű legkedvezőtlenebb irányú oldalszél hatásának kell kitenni.

2.2. Terhelés alatti működés

Ha a megfelelő hóterheléssel és oldalszéllel vizsgálják az elvezető berendezést, akkor legfeljebb 60 másodperc alatt, külső energiaellátás nélkül érje el és a visszaállításig tartsa meg a tűz esetén a nyitott helyzetét.

3. Kis környezeti hőmérséklet

4. Szélterhelés

4.1. Szélterhelési osztályok

Működés szélterhelés alatt:

Adott elvezető berendezés az osztályának megfelelő szélterhelés esetén ne nyíljon ki, és maradó alakváltozást ne mutasson. A vizsgálat során és e vizsgálat után, a működtetést követő 60 másodpercen belül, tűz esetén nyitott helyzetébe kerüljön.

4.2. Szél okozta rezgéssel szembeni ellenállás

5. Hőállóság

Az EN 12101-3 szabvány előírásai, mely a kényszeráramoltatású füst és hőelvezető berendezések műszaki előírásait tartalmazza, azaz a gépi elszívás követelményeit. Ezen szabvány tartalmát is adaptáltuk a magyarországi tűzvédelmi műszaki környezetbe.

Ezen szabályozás is hasonló követelményeket határoz meg, mint az EN 12101-2 szabvány. Továbbá meghatározza az elszívó ventillátorokra és meghajtó motorokra a műszaki előírásokat, melyet nem részletezek, de szintén beépítettük a hazai jogszabálytervezetbe.

IT 246 Technikai Utasítás:

Az utasítás már részletesebben szabályozza a hő- és füstelvezető berendezéseket, azok elhelyezését, működését. Mivel a jelenlegi szabályozásunk a német DIN szabványra alapszik, ezért sok lényegi eltérést nem kellett adaptálnunk a tervezetbe.

A fejezet összefoglalása:

A jelen szabályozást az Európai Unióba belépésünket követően az európai normatívához kell igazítanunk. Ez a jogszabály átdolgozásával megvalósul, sőt olyan részekben ahol szakmailag szükségesnek tartottuk ott szigorítottunk. A szigorítás alapvetően a külföldi és hazai tűzkísérletek tapasztalatait tartalmazza. Ilyenek pl.:

- a hő- és füstelvezető berendezés és a légutánpótló nyílások, szerkezetek tűzjelzésre való nyitása.
- A hő és füstelvezető berendezés és a sprinkler berendezés együttes alkalmazásánál a hő- és hő és a füstelvezető berendezés preferálása.

Úgy gondolom, hogy a hazai és az Európai Unió-s szabályozást összehasonlítva a tervezett átdolgozással megfelelünk a közösségi elvárásoknak. Az új jogszabály hatályba léptetésével a csarnok önálló szerepet kapnak a szabályozásban, mint említettem a speciális tűzvédelmi sajátosságok ezt szükségessé is teszik. Ezzel a csarnok épületek egy teljesebb, komplexebb tűzvédelmi, műszaki szabályozáson mentek keresztül. Végre egy csarnokot a veszélyességének, sajátosságainak megfelelően tudunk majd méretezni. Ezzel a hatékonyabb építészeti tűzvédelem megvalósul.

3. Franciaországban a hő- és füstelvezető berendezés és a sprinkler berendezés alkalmazási kérdései csarnok épületekben

Franciaországban a francia Vagyonbiztosító Társaságok Plenáris Egyesülete (APSAD) R1-es szabályzata szabályozza a füstelvezető kupolák nyitásának feltételeit sprinkler berendezés létesítése esetén.

Franciaországban is hasonló szakmai probléma van jelen, mint Magyarországon és számos nyugat európai országban, mégpedig az, hogy ha a csarnok épületekben sprinkler berendezés és hő- és füstelvezető berendezés együtt van jelen akkor a jelen szabályozások a sprinkler berendezést preferálják. Ez több esetben tragédiához vezetett mivel már a korábbi fejezetben említettem tűz esetén általában a füst az első tűzjellemző. Amikor a sprinkler berendezés eloltja a tüzet már sokkal előtte a csarnok belseje telítődik füsttel és meggátolja a biztonságos menekülést. Erre már több ország szakemberei is rájöttek, ezért hajtották végre 1998-ban a Belgiumi Gentben egy tűzkísérletet, melyet az előző fejezetben ismertettem.

A kísérletet a francia szakemberek is, többek között a Francia Biztosító Társaságok Szövetsége (FFSA) által irányított munkacsoport, a hő- és füstelvezető berendezést gyártó és kivitelező cégek képviselői, tűzvédelmi szolgáltatók, elemzők és felhasználók elemezték, kiértékeltek és Konszenzus alakult ki a füstelvezető kupolák nyitásának módozatairól sprinklerek megléte esetén, melyet alábbiakban összesítettek.

- **93 °C fölött a sprinklerek kalibrált hőmérséklete megegyezhet a füstelvezető kupolákéval.** Kivételek ez alól az ESFR sprinklerek által védett épületek, ahol a füstelvezetők hőre olvadó biztosítékait 140 °C-ra kell méretezni;
- **a füstelvezetők automatikus nyitási hőmérséklete nem lehet magasabb 140 °C-nál**
- számításba kell venni az RTI mutatót (Response time index), ld. $(^{\circ}\text{C}\cdot\text{s})^{1/2}$. Ez a reakcióidő - mutató a hőre olvadó biztosíték termikus tehetetlenségét adja meg;
- számításba kell venni az A kategóriás tűzvédelmi rendszerre vonatkozó előírást **az alábbi közösségi épületek esetében:** szállodák és családi panziók(O típus), koncertterem, konferenciaterem, gyűlésterem, színházterem és vegyes használatú terem (L típus), egészségügyi intézmények (U típus), tánc- és játéktér (P típus), könyvtárak, dokumentumtárak (S típus) és oktatási intézmények, szabadidőközpontok (R típus). Ezen előírás **a füstelvezetést a tűzjelző központ útján történő automatikus tűzérzékeléshez köti.** Egyéb esetekben a sprinkler hatékonysága kérdésessé válhat, ha a füstelvezetők nyitása közvetlenül az automatikus tűzérzékeléshez kötődik;
- mindezekén túl, a füstelvezetés hatékonyságának érdekében tilos, hogy egyetlen hőre olvadó biztosíték indítson be egy füstszakaszt, vagy egy készülékcsoportot. **Az APSAD R17 szabályzatnak megfelelően készülékenként külön-külön hőre olvadó biztosítékot kell beszerezni.**

Ezenkívül általános szabályként figyelembe vették, hogy a sprinkler berendezés bekapcsolásakor ne érje víz a füstelvezető kupoláit, azaz a sprinkler fejeket ne szereljék közvetlenül a hő- és füstelvezető kupolák alá.

Ők is megfigyelték, hogy az égés kezdetén keletkező füst mennyisége viszonylag jelentős (tökéletlen és nehéz égés, alacsony hőmérséklet). Bizonyos idő elteltével, ha nem lép működésbe semmilyen tűzvédelmi berendezés és külső segítség sem érkezik, eléri a „*flashover*” vagy teljes átizzás hőmérsékletét. Innentől kezdve a helyiséget elveszítettnek tekinthetjük és a legfontosabb feladat annak megakadályozása, hogy a tűz a szomszéd helyiségekre áttérjen.

A munkacsoport is azt a következtetést vonta le a kísérletből, hogy a füstérzékelés pillanatától működésbe lépő hő- és füstelvezető berendezés a leghatékonyabb, vagyis csak akkor alakul ki a füstmentes levegő réteg.

Ez biztosítja a biztonságos menekülést és tűzoltói beavatkozást. Erre a megállapításra jutottam én is a saját és a belgiumi tűzkísérletek elemzése kapcsán.

Azt is megállapították, hogy a leghatásosabb ha a hő- és füstelvezető kupolák nyitását nem hőérzékelők, hanem füstérzékelők végzik. Ennek ellenére a szabályozásukban mégis benne hagyták a hőérzékelőre való vezérlés lehetőségét, csak a két rendszer nyitási hőmérsékletét egyeztetették egymáshoz.

Ezt azzal magyarázták, hogy ahol nincs huzamosabb emberi tartózkodás, azaz nem közösségi épület, hanem raktár, akkor megengedhető a hőérzékelővel való nyitás is a hő- és füstelvezető berendezésnél.

Szerintem ez nem helyes és ezt nem is engedték meg a hazai szabályozás tervezetben. Ezt az alábbiakkal magyarázom:

Az igaz, hogy itt feltehetően elsődleges életmentéssel nem kell számolni, de így nem fog kialakulni a füstmentes levegő réteg (lásd. a saját tűzkísérlet tapasztalatai). Ez azt is jelenti, hogy a kikerülő beavatkozó tűzoltók sűrű füsttel telített helyiséggel találkoznak, nem látják az épületszerkezeteket mennyire károsodtak, azaz mennyire biztonságos az épületen belüli oltás. A felderítésből az sem állapítható meg, hogy merre van a tűz fészke, a tároló polc tartószerkezete mennyire károsodott a hőhatástól. Megállapítható, hogy a beavatkozó tűzoltóknak megannyi veszéllyel kell szembenézni egy ilyen eset kapcsán. Ez mind elkerülhető ha a tűzjelzéssel (füstérzékeléssel) egy időben nyílnak az elvezető kupolák és légutánpótló nyílások, azaz kialakul a füstmentes levegő réteg és megvalósul a hatékony füstelvezetés.

Tehát összefoglalva megállapítható, hogy ezen szakmai probléma kezelése nem csak Magyarország ügye, hanem a fejlett európai országok is hasonló gondokkal küzdenek.

A megoldás szinte valamennyi országban hasonló képen alakul, azaz az építészeti tűzvédelemben a csarnok épületek esetében a hő- és füstelvezetők kerül a középpontba.

Ezt egy szakmai cikkemben én is részletesen kifejtem, melynek címe: „Csarnok épületek építészeti tűzvédelmében a hő- és füstelvezetők a főszerep”.

VI. fejezet: Összefoglalás

Doktori értekezésem megírása során végig ösztönzően hatott rám, hogy az általam választott téma igen aktuális és kiemelt fontossággal bír. A csarnok épületek létesítései az elmúlt években kerültek kiemelten előtérbe hazánkban. A 2/2002. (I. 23.) BM sz. rendelet Építmények tűzvédelme című nagy átfogó tűzvédelmi létesítési szabályozásunk jelenleg van átdolgozás alatt, ezért az új tudományos eredmények bedolgozása hasznos lehet a jogszabály alkotóknak. Magyarországon a csarnok épületekre vonatkozó tűzvédelmi-műszaki szabályozás még nem készült, csak egy rész területére a hő- és füstelvezetésre. Az ilyen típusú épületeket tűzvédelmi szempontból egy speciális csoportba sorolhatjuk, mivel a tűz lefolyása jelentősen eltér a hagyományos, kis belmagasságú és alapterületű helyiségektől. Ezáltal a tűz elleni védelmi stratégiát is másképpen kell megtervezni, megvalósítani. A jogszabály átdolgozás is nagyon időszerű és az EU-s csatlakozást követően összhangba kell hozni az uniós szabályozással. Ezt a területet még nem kutatták, ezért ez nagy szakmai kihívást jelentett számomra. A kutatás eredményeit sikerült beintegrálni az új jogszabály tervezetbe, melyben a csarnok épületek – funkciótól függetlenül – kiemelt szerepet kapnak. Ezáltal nyitva áll a magyar gazdaság előtt – a tranzit útvonalainkat kihasználva – a kapu, hogy Közép-Kelet Európa logisztikai bázisa lehessünk. Jelenleg a szabályozásaink ezt nem igazán támogatják, ha csak mértékadó tűzszakasz területeket vesszük alapul. Eddig egy raktárhelyiségben 3000 MJ/m² feletti tűzterhelést figyelembe véve – teljes aktív tűzvédelmi rendszerrel ellátva (beépített automatikus tűzjelző- és oltó rendszer, valamint hatékony hő- és füstelvezető berendezés) – 2500 m² lehet. A tervezetben ez 6000 MJ/m² tűzterhelésig 16000 m². Ezt úgy sikerült elfogadtatni, hogy a hazai és külföldi kutatásaim, kísérletek, szakmai tapasztalatok összehangolásával és felismerve a csarnok épületek speciális tulajdonságait ezeket előnyökre váltottuk. A korai tűzjelzéssel, a minél hamarabbi hatékony hő- és füstelvezetéssel valamint a beépített oltó berendezés működésével a valós tűzterhelés minimálisra csökkenthető. A csarnok épületekben az aktív-passzív tűzvédelmi rendszerek összehangolásával lényegesen jobb tűzvédelmet értünk el. Ezen kutatásaim során megvizsgáltam a hazai és az EU-ban lévő vonatkozó tűzvédelmi-műszaki szabályozásokat. Elemeztem az unióban elfogadott, a témához kapcsolódó kísérletet. A kutatási célok bizonyítására és megerősítésére saját tűzkísérletet végeztem. Igyekeztem teljes körűen tanulmányozni a fellelhető hazai és a témához kapcsolódó külföldi szakirodalmat. A kutatási eredményként a csarnok épületekben egyértelműen gyorsabb és biztonságosabb lehet a személyek kiürítése, mentése és a készenléti tűzoltók beavatkozása.

1. Összegzett következtetések:

Az aktív tűzvédelmi rendszerek igen fontos szerepet játszanak az építészeti tűzvédelemben. Látható, hogy a csarnok épületek speciális tulajdonságai miatt azért nem egyszerű a feladat. A korai tűzjelzés mellett a biztonságos kiürítés és a hatékony tűzoltói beavatkozás érdekében nagyon lényeges a csarnok alsó felének füstmentesen tartása, mely a hatékony hő- és füstelvezetéssel érhető el. Minél hamarabb tudunk tüzet, tűzre utaló körülményt jelezni, annál hatékonyabban alkalmazhatjuk a hő- és füstelvezetőket. A korai tűzjelzés csak egy feltétele a csarnok épületek hatékony tűzvédelmének. A nagy belmagasság adta lehetőségeket kihasználva megvalósíthatjuk a füstmentes levegőréteget a helyiségen belül. Továbbá nagyon lényeges a beépített oltóberendezés, mellyel a beavatkozás automatikussá válik és a vagyoni kár jelentősen mérsékelhető. A füstmentes levegőréteg kialakulásának további jelentősége, hogy a beavatkozó tűzoltó látja az épületszerkezetet, mely alapján fel tudja mérni, hogy biztonságos-e az épületen belüli oltás. Látható a tűz fészke, ezáltal célirányosan hamar meg tudják kezdeni a tűz oltását, kevesebb a vízkár, hatékonyabb az oltás. A bent tartózkodó személyek biztonságosan ki tudnak menekülni. Látható, a kísérletekből levonható következtetés, hogy a kupolák 15 percen kívüli nyílása után a füstöt a köténnyel nem tudja megtartani, és telítődik a csarnok füsttel. A szomszédos füstszakaszokba került füstnek már nincs termikus energia pótlása, ezért lehűlve a padlóhoz közelit. A kupolák nyitásával nem fog kialakulni az a hőmérséklet különbség, amely a füstöt felhajtaná és el tudná vezetni a kupola nyílásokon keresztül. Ezért lényeges a korai tűzjelzés mellett a tűzjelzéssel egy időben induló füstelvezető szerkezetek nyitása. Bizonyítottam, hogy a csarnok épületekben az aktív tűzvédelmi rendszerek működésének összehangolásával a passzív tűzvédelmi rendszerek (épületszerkezetek tűzállósági és éghetőségi követelményei, tűzszakasz méretek stb.) követelményekre kedvezőbb értékeket lehet meghatározni, anélkül, hogy a tűzvédelem hatékonysága romlana.

2. A kutatás során elért új eredmények:

1. Kísérletekkel bizonyítottam, hogy az egylégterű csarnok épületekben a füstmentes levegőréteg kialakulása csak tűzjelzésre azonnal nyíló elvezetőkkel és vele egy időben működő levegő utánpótlással valósítható meg.
2. Újgenerációs csarnok épületekben az aktív tűzvédelmi rendszereket megvizsgáltam és az alkalmazhatóságukkal kapcsolatban az alábbi következtetésekre jutottam:
 - Megállapítottam, hogy elsődleges, biztonságos jelzésre szinte csakis a füstérzékelő rendszerek alkalmasak. Ezen belül a vonali füstérzékelők és az aspirációs tűzjelző rendszer.
 - A hő- és füstelvezető berendezés legyen az mechanikus és gépi egyaránt alkalmas lehet a hatékony hő- és füstelvezetésre. A füstmentes levegő réteg a megfelelően méretezett elvezető nyílásokon és a levegő utánpótláson működik. A hatékonyság függ az elvezető kupolák, szerkezetek és a légutánpótló nyílások indításának idejétől, azaz csak akkor lesz hatékony, alakul ki a füstmentes levegőréteg, ha az elvezetés és légutánpótlás a tűzjelzéssel egy időben indul.
 - Elemeztem, hogy a csarnok épületekben milyen automatikus oltórendszert lehet megbízhatóan alkalmazni. Az elemzéseim során megállapítottam, hogy az általánosan tárolt anyagokat figyelembe véve a leghatékonyabb beépített automatikus oltó rendszer a sprinkler berendezés, ezen belül az EFSR oltórendszer.
3. Kísérlettel bizonyítottam, hogy a minél korábbi hő- és füstelvezetés megkezdésével, a füstmentes levegő réteg kialakulásával a hatékony és biztonságos menekülés és a tűzoltói beavatkozás megvalósul.
4. Saját kísérlettel bizonyítottam, hogy a hő- és füstelvezetés nyílások - a jogszabályban megengedett oldalméretek betartása mellett - kellő sűrítésével az oldalirányú tűzterjedés csökkenthető.
5. Bizonyítottam, hogy a csarnok épületekben az aktív tűzvédelmi rendszerek működésének, alkalmazhatóságának összehangolásával a passzív tűzvédelmi rendszerek (épületszerkezetek tűzállósági és éghetőségi követelményei, tűzszakasz méretek stb.) követelményekre kedvezőbb értékeket lehet meghatározni, anélkül, hogy a tűzvédelem hatékonysága romlana.

6. Kidolgoztam a csarnok épületekre vonatkozóan az új tudományos eredmények tükrében a mértékadó tűzszakasz méreteket, a csarnok épületekre vonatkozó új hő- és füst elleni védekezés szabályait és az épületszerkezetekkel szemben támasztott tűzvédelmi követelményeket, melyeket már az új jogszabály tervezet tartalmaz.

11., További kutatást igénylő irányvonalak:

- Közösségi jellegű csarnok épületekben keletkezett tűzesetek pszichológiája, különös tekintettel a mentés és irányítási feladat ellátására.
- Logisztikai központok változó fajtájú (tűzvesélyességi osztályú, tűzterhelésű, füstfejlesztésű, stb.) anyag tárolás sajátosságainak vizsgálatra.
- A csarnok jellegű épületek sajátos tűzoltói beavatkozás lehetőségeinek kidolgozására.

Köszönet nyilvánítás:

Köszönetemet szeretném kifejezni Dr habil Cziva Oszkár tűzoltó ezredesnek, témavezetőmnek a szakmai koordinálásáért, Torjai Andrásnak, aki sokat segített a mechanikus hő- és füstelvezetés szakmai iránymutatásaiban, Dr Földi Lászlónak, Dr Beda Lászlónak, Dr. Tóth Rudolfnak, Dr Bánki Tamásnak a szakmai egyeztetésekért, közreműködésükért.

Felhasznált irodalom:

- 1., Torjai András: A hő-és füstelvezető kiválasztása = VÉDELEM, 1995/1 sz.p.:9-14.
- 2., Csepregi Csaba: Tűzjelző rendszerek kiválasztásának szempontjai = VÉDELEM, 1998/6 sz.p.:35-37.
- 3., 2/2002. (I. 23.) BM számú rendelet 5. számú melléklet: Tűzvédelmi műszaki követelmények, Építmények tűzvédelmi követelményei. p.: 368-453.
- 4., MSZ 595/8-82 szabvány Építmények tűzvédelme (Hatályon kívül).
- 5., Zoltán Ferenc: A passzív tűzvédelem és a hő- és füstelvezetés hatásai csarnok épületekben = VÉDELEM 2005/2 sz. p.:24-25.
- 6., Zoltán Ferenc: A hatékony hő- és füstelvezetés és a sprinkler berendezés összefüggései csarnok épületekben = VÉDELEM 2003/6 sz. p.:25-27.
- 7., Zoltán Ferenc: A tűzjelző berendezés és a hatékony hő- és füstelvezetés összefüggései csarnok épületekben = VÉDELEM 2004/1 sz. p.:34-35.
- 8., Zoltán Ferenc: A hatékony hő- és füstelvezetés vizsgálata csarnok épületekben = VÉDELEM 2005/3 sz. p.:10-13.
- 8., Zoltán Ferenc Logisztikai központokban a biztonságos tűzjelzés és a hatékony hő-és füstelvezetés összefüggései, www.ZMNE.hu/tanszékek/vegyl/docs/fiatalkut. 10 oldal
- 9., Dr Földi László-Zoltán Ferenc: A hatékony tűzoltói beavatkozás feltételei csarnok épületekben = AARMS 2005/ sz. p.:
- 10., Zoltán Ferenc: Csarnok épületek építészeti tűzvédelmében a hő- és füstelvezetőké a főszerep = VÉDELEM 2005/5 sz. p.: 23-25.
- 11., Zoltán Ferenc: Csarnok jellegű bevásárló központokban keletkezett tüzesetek pszichológiája www.ZMNE.hu/tanszékek/vegyl/docs/fiatalkut (megjelenés alatt 12 oldal)
- 12., Zoltán Ferenc: Csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése ZMNE 2002. Egyetemi diploma munka
- 13., Csepregi Csaba: Tűzjelző rendszerek Flórian press kiadó, Budapest, 2001.
- 14., Dr Beda László: Épületek tűzbiztonságának műszaki értékelése ZMNE Doktori (PhD) értekezés
- 15., Dr. Beda László Égés és oltásmélet I. Jegyzet tűzvédelmi szakos hallgatók részére YMMF Budapest, 1994.
- 16., Heizler György: A tűz/füst terjedés lehetőségei = VÉDELEM 1994/6 sz. p.: 9-11.
- 17., Nagy Katalin: Sprinklerek és füstelvezetés: vége a szembenállásnak I. = VÉDELEM 2005/2 sz. p.: 22-24.

- 18., Nagy Katalin: Sprinklerek és füstelvezetés: vége a szembenállásnak II. = VÉDELEM 2005/3 sz. p.: 17-18.
- 19., Szabó János: Nagyméretű, magas terek tűzjelzése I. = VÉDELEM 2000/4 sz. p.: 27-29.
- 20., Szabó János: Nagyméretű, magas terek tűzjelzése II. = VÉDELEM 2000/5 sz. p.: 34-37.
- 21., Topor László: Hő- és füstelvezető berendezések célja, jelentősége I. = VÉDELEM 2000/4 sz. p.: 30-31.
- 22., Topor László: Hő- és füstelvezető berendezések célja, jelentősége II. = VÉDELEM 2000/4 sz. p.: 42-44.
- 23., Szitányiné Siklósi Magdolna: Épületszerkezeti faanyagok éghetőségi jellemzői = VÉDELEM 2004/1 sz. p.: 7-11.
- 24., Szitányiné Siklósi Magdolna: Égéskésleltető anyagok fajtái = VÉDELEM 2004/1 sz. p.: 12-14.
- 25., Topor László: Egy légterű csarnokjellegű épületek füst- és hőelvezetése I. = VÉDELEM 2001/4 sz. p.: 47-50.
- 26., Topor László: Egy légterű csarnokjellegű épületek füst- és hőelvezetése II. = VÉDELEM 2001/5 sz. p.: 22-24.
- 27., Dénes Imre: A sprinkler berendezések ellenőrzése és karbantartása. = VÉDELEM 2001/5 sz. p.: 11-13.
- 28., Dénes Imre: Új megoldások a sprinkler berendezések tervezésében és telepítésében. Tervezési segédlet 2002.
- 29., Mohai Ágota: Ahol a pontérzékelők már használhatatlanok. = VÉDELEM 1999/3 sz. p.: 35-36.
- 30., Bellus László: A tűzjelzés fizikája I. = VÉDELEM 2002/4 sz. p.: 25-27.
- 31., Bellus László: A tűzjelzés fizikája II. = VÉDELEM 2002/5 sz. p.: 47-49.
- 32., YBL M. Műszaki Főiskola Tűzvédelmi szak Kovács István Bp. 1995. óravázlatok beépített tűzvédelmi berendezések című tárgyhoz
- 33., Dr. Beda László t. ezredes Épületek tűzbiztonságának műszaki értékelése doktori PhD értekezés
- 34., Különböző fémszerkezetek kritikus hőmérséklete és tűzállósági határértéke Ybl MMF MAVI Magasépítési Tanszék dr. Mészáros Gyula Tűzvédelmi Ismeretek Jegyzet
- 35., Belgium 1998. Genti tűzkísérlet videokazetta

- 36., 2005. január 17. Tűzkísérlet videokazetta Dél-Budai Logisztikai Központ
- 37., MSZ EN 12101-3:2003. Európai szabvány Füst és hőszabályozó rendszerek: Kényszeráramoltatású füst- és hőelvezető berendezések műszaki előírásai
- 38., MSZ EN 12101-2:2003. Európai szabvány Füst és hőszabályozó rendszerek: természetes füst- és hőelvezető berendezések műszaki előírásai
- 39., MSZ EN 12101-1:2003. Európai szabvány Füst és hőszabályozó rendszerek: A füst- és hőelvezető berendezések általános műszaki előírásai
- 40., EU Belügy, a Belbiztonság és a Helyi Szabadságok Minisztériuma IT 246 Technikai Utasítás 2004. április 01.: A nyilvános létesítmények füstelvezetése

Saját publikációk listája:

- 1., Zoltán Ferenc: A passzív tűzvédelem és a hő- és füstelvezetés hatásai csarnok épületekben = VÉDELEM 2005/2 sz. p.:24-25.
- 2., Zoltán Ferenc: A hatékony hő- és füstelvezetés és a sprinkler berendezés összefüggései csarnok épületekben = VÉDELEM 2003/6 sz. p.:25-27.
- 3., Zoltán Ferenc: A tűzjelző berendezés és a hatékony hő- és füstelvezetés összefüggései csarnok épületekben = VÉDELEM 2004/1 sz. p.:34-35.
- 4., Zoltán Ferenc: A hatékony hő- és füstelvezetés vizsgálata csarnok épületekben = VÉDELEM 2005/3 sz. p.:10-13.
- 5., Zoltán Ferenc Logisztikai központokban a biztonságos tűzjelzés és a hatékony hő-és füstelvezetés összefüggései, www.ZMNE.hu/tanszékek/vegyn/docs/fiatalkut. 10 oldal
- 6., Zoltán Ferenc A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság bevetés irányítási központjának lehetséges fejlesztési irányai www.ZMNE.hu/tanszékek/vegyn/docs/fiatalkut. 4 oldal
- 7., Dr. Földi László-Zoltán Ferenc: A hatékony tűzoltói beavatkozás feltételei csarnok épületekben = AARMS 2005/ sz. p.:
- 8., Zoltán Ferenc: Csarnok épületek építészeti tűzvédelmében a hő- és füstelvezetőké a főszerep = VÉDELEM 2005/4 (megjelenés alatt)
- 9., Zoltán Ferenc: Csarnok jellegű bevásárló központokban keletkezett tüzesetek pszichológiája www.ZMNE.hu/tanszékek/vegyn/docs/fiatalkut (megjelenés alatt 12 oldal)
- 10., Zoltán Ferenc: Csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése ZMNE 2002. Egyetemi diploma munka
- 11., Dr. Cziva Oszkár – Zoltán Ferenc Katasztrófa elhárítás folyamata hazai konferencia előadás. Előadó Zoltán Ferenc Balatonfüred 2003. december 04.

- 12., Zoltán Ferenc Hő- és füst elleni védelem, épületgépészeti berendezések és villamos berendezések hazai országos konferencia előadás. Előadó Zoltán Ferenc, helye: 8600 Siófok Beszédes Sétány 72. 2006. február 23.
- 13., SzIE YBLM Biztonságtechnikai szak 4 óra előadás Csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése 2004. április 19. és 26.
- 14., SzIE YBLMF Biztonságtechnikai szak 4 óra előadás Csarnok jellegű épületek hő- és füstelvezetése és az aktív tűzvédelmi berendezések összefüggései 2005. április 14. és 21.
- 15., Főiskolai konzulensi tevékenység Kádár Sándor t. hdgy. Egylégylégterű csarnok épületek aktív tűzvédelmi rendszerének vizsgálata a tűzoltói beavatkozás tükrében PTE Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar Pedagógiai Tanszék
- 16., Főiskolai konzulensi tevékenység Vabrik Zoltán t. hdgy. Veszélyes anyagok balesete során a tűzoltói beavatkozás feltételeinek vizsgálata tűzoltói oktatás, továbbképzés tükrében PTE Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar Pedagógiai Tanszék
- 17., Főiskolai bírálói tevékenység Sági József t. hdgy. Tetőtér beépítésének tűzvédelmi problémái PTE Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar Pedagógiai Tanszék
- 18., Főiskolai konzulensi tevékenység Sípos Imre t. hdgy. Gyöngyösi Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóság továbbképzése és hatékonyságának vizsgálata PTE Pollack Mihály Műszaki Főiskolai Kar Pedagógiai Tanszék

Mellékletek:

1. A témához kapcsolódó fogalom meghatározások a 2/2002. (I. 23) BM sz. rendelet: „A tűzvédelem és a polgári védelem műszaki követelményeinek megállapításáról Tűzvédelmi műszaki követelmények építmények követelményei I/1. fejezete szerint:

Beépített tűzvédelmi berendezés: a tűz észlelésére, jelzésére, oltására, valamint a tüzeset során keletkező füstnek és forró égésgázoknak az elvezetésére kialakított, helyhez kötött berendezés.

Beépített tűzjelző berendezés: az építményben, szabadtéren elhelyezett, helyhez kötött, a tűz kifejlődésének korai szakaszában észlelést jelzést és megfelelő tűzvédelmi intézkedést (tűzoltóság értesítése, tűzszakasz határon elhelyezett ajtók csukása, oltóberendezések indítása stb.) önműködően végző berendezés,

Beépített tűzoltó berendezés: az építményekben, szabadtéren elhelyezett, helyhez kötött, a tűz oltására, a beavatkozás könnyítésére, a tűz terjedésének megakadályozására, a tűzkár csökkentésére alkalmazott önműködő berendezés,

Hő- és füstelvezető: szerkezet, amely tűz esetén alkalmas a helyiségben vagy tűzszakaszban keletkezett, vagy oda behatolt hőnek füstnek és égésgázoknak szabadba való elvezetésére.

Tűzgátló ajtó (kapu): ajtószerkezet, amely beépítve, csukott állapotban a tűznek az általa elválasztott térrész egyik oldaláról a másik oldalára való átterjedését meghatározott mértékben gátolja (előírt időtartamig megakadályozza).

Füstgátló ajtó (kapu): ajtószerkezet, amely beépítve, csukott állapotban füstnek és a tűz esetén képződő toxikus gázoknak az általa elválasztott térrész egyik oldalától a másik oldalára való átterjedését meghatározott mértékben korlátozza.

Épület: olyan építmény, amely szerkezeteivel részben vagy egészben teret, helyiséget vagy ezek együttesét zárja körül meghatározott rendeltetés céljából, a gáz, a folyadék és az egyéb ömlesztett anyag tárolására és szállítására szolgáló műszaki alkotások (műtárgyak) kivételével.

Tűzterhelés: az építmény, épület adott tűzszakaszában, helyiségében jelenlévő és beépített éghető anyagok tömegéből (kg) és fűtőértékéből (MJ/kg) számított hőmennyiség egységnyi padlófelületre vonatkoztatott értéke, MJ/m²-ben.

Állandó tűzterhelés: a beépített éghető anyagok, illetve épületszerkezetek tömegéből származó tűzterhelési érték.

Időleges tűzterhelés: az adott helyiségben, tűzszakaszban található éghető anyagok és berendezések (bútor, textília, technológiai berendezés, megmunkált termékek, azok előkészített anyaga, raktározott anyagok, csomagoló anyagok stb.) tömegéből származó tűzterhelési érték.

Tűzveszélyességi osztály: veszélyességi övezetek, helyiségek, helyiségcsoportok (tűzszakaszok), épületek, építmények, létesítmények besorolására meghatározott kategória bennük folytatott tevékenység során előállított, feldolgozott, használt vagy tárolt anyagok jellemzői, valamint az alkalmazott technológiai folyamat tűzveszélyessége, egyes esetekben – (pl. lakó- és közösségi épületek) – a rendeltetés alapján.

Láng: az égés azon zónája, ahol a gáz- és gőzfázisú anyagok fénykibocsátás közben elégnek.

Izzás, parázslás: szilárd anyagok égési állapota, amely láng nélküli hő- és fénykibocsátással jár.

Égés: az éghető anyag és az oxigén hőfejlődéssel járó (exoterm) reakciója, melyet füst- és/vagy lángképződés kísér.

Tűz: időben és térben nem szabályozott terjedésű égési folyamat, amelyet füst- és/vagy lángképződés, illetve hőfelszabadulás jellemez.

Tűzállósági határérték: a vonatkozó műszaki előírásoknak megfelelő tűzállósági vizsgálat kezdésétől számított, a vizsgált épületszerkezet tűzállósági határállapota valamelyikének eléréséig eltelt idő órában vagy percben (jele: T_H).

Felmelegedési határérték: a vonatkozó műszaki előírásoknak megfelelő tűzállósági vizsgálat kezdetétől a vizsgált épületszerkezet felmelegedési határállapotba kerüléséig eltelt idő órába vagy percben (jele: T_{Hf}).

Füst: égési folyamatokban keletkező aeroszol.

Megjegyzés: Olyan diszperz rendszer, melynek diszperziós közege a környezeti levegő, a diszperz fázis az égő anyagból származó cseppfolyós, szilárd, lebegő égéstermék.

Tűzszakasz: az építmény, illetve szabadterület tűzvédelmi szempontból meghatározott olyan önálló egysége, amelyet a szomszédos egységektől meghatározott éghetőségű és tűzállósági határértékű tűzgátló szerkezetek, illetve a jogszabályban előírt tűztávolságok választanak el,

2. Az ipari üzemi építmények¹⁾ tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei

2. táblázat

Tűzterhelés ³⁾ , MJ/m ²		500 m ² -ig terjedő	501–1500 m ² között	1500 m ² -nél nagyobb
az épület vagy a tűzszakasz				
tűzvesélyességi osztálya	Tűzállósági fokozata	a tűzszakasz megengedett legnagyobb területe ²⁾ , m ²		
„A”	I.	8 000	5 000	2 000
	II.	6 000	4 000	1 000
„B”	I.	10 000	6 000	3 000
	II.	8 000	5 000	2 000
„C”	I.	korlátlan	8 000	4 000
	II.	10 000	6 000	3 000
	III.	8 000	4 000 ⁴⁾	2 000 ⁵⁾
„D”	I.	korlátlan	10 000	6 000
	II.	korlátlan ⁶⁾	8 000	4 000
	III.	12 000	5 000 ⁴⁾	3 000 ⁵⁾
	IV.	1 500 ⁵⁾	500 ⁵⁾	100 ⁵⁾
„E”	I.	korlátlan	–	–
	II.	korlátlan ⁶⁾	–	–
	III.	15 000	–	–
	IV.	2 000	–	–
	V.	1 000 ⁵⁾	–	–

¹⁾ A mezőgazdasági, a közlekedési, a javító-szolgáltató, a táv- és hírközlési létesítmények ipari üzemi célt szolgáló építményei is.

²⁾ Egyszintes I–III. tűzállósági fokozatú csarnokok esetében
 – legfeljebb 500 MJ/m² tűzterhelésig 100 %-kal.
 – legfeljebb 200 MJ/m² tűzterhelésig 150 %-kal
 szabad növelni a tűzszakaszok megengedett legnagyobb területét.
 Ha a megengedett legnagyobb területre nincs előírás (a táblázatban: –) a rovatnak megfelelő tűzterhelés üzemi termelőépítményt nem szabad létesíteni.

³⁾ A tűzterhelés számításánál az 5. számú melléklet I/7. fejezete szerinti időleges tűzterhelést kell figyelembe venni.

⁴⁾ Legfeljebb háromszintes épületnél van megengedve.

⁵⁾ Legfeljebb egyszintes épületnél van megengedve.

⁶⁾ Az adott tűzszakaszon belül
 – az „A” tűzvesélyességi osztályba sorolt veszélyességi övezetben legfeljebb 600 m²,
 – a „B” tűzvesélyességi osztályba sorolt veszélyességi övezetben legfeljebb 800 m²
 van megengedve.

3. A mezőgazdasági létesítmények mezőgazdasági üzemi és tárolási építményei¹⁾, és épületei tűzszakaszainak megengedett legnagyobb területei

3. táblázat

Az épület tűzállósági fokozata		I.	II.	III.	IV. ²⁾	V. ²⁾
Az épület, az építmény vagy a tűzszakasz rendeltetése		A tűzszakaszok megengedett legnagyobb területe ¹⁾ , m ²				
Állattartás alommal		8 000	6 000	5 600	2 400	–
Állattartás alom nélkül		10 000	8 000	6 000	3 000 ⁴⁾	–
Kötetlen tartású, nyitott istálló		20 000	17 000	14 000	11 000	8000
Szálas takarmány- vagy alomtároló		1 500	1 000	800	600	–
Terménytároló (padozatos)		3 000	2 400	1 200 ⁵⁾	600	400
Gabona- és terméskeldolgozó, -szárító, -tisztító és -keverő		2 500	1 500	1 000	600	400
Gyümölcs- és zöldségfeldolgozó, -tartósító és -tároló		5 000	4 000	3 500	1 500	750
Mezőgazdaságit- és eszköztároló		5 000	4 000	3 000	1 500	750
Mezőgazdasági gépjavító műhely		3 000	2 000	1 500	1 000	–
Dohányszárító		5 000	4 000	3 000	1 000	–
Növényház (üveg vagy fólia)		korlátlan				
Műtrágya-, növényvédőszer- és irtószer-raktár	az „A” és „B” tűzveszélyességi osztályban	3 000	2 200	–	–	–
	a „C” és „D” tűzveszélyességi osztályban	5 000	4 000	3 000	1 200 ⁴⁾	–
	Az „E” Tűzveszélyességi osztályban	korlátlan		6 000	2 400 ⁴⁾	1 200 ³⁾
¹⁾ A siló kivételével. ²⁾ Ha a megengedett legnagyobb területre nincs előírás (a táblázatban: –), a rovatnak megfelelő tűzállósági fokozatú építményt, épületet nem szabad létesíteni. ³⁾ Ha az építmények közötti tűztávolság legalább 18 m, 2000 m ² -ig növelhető. ⁴⁾ Ha az építmények közötti tűztávolság legalább 18 m, 4000 m ² -ig növelhető. ⁵⁾ Ha az építmények közötti tűztávolság legalább 20 m, 1800 m ² -ig növelhető.						