

IGAZSÁGÜGYI SZAKÉRTŐI VÉLEMÉNY

Debrecen, Fényes Udvar 6. alatti lépcsőház

tűzesetének épületszerkezeti és épületgépészeti kérdéseiről

Budapest, 2007. április

IGAZSÁGÜGYI SZAKÉRTŐI VÉLEMÉNY

Debrecen, Fényes Udvar 6. sz. alatti lépcsőház

tüzesetének épületszerkezeti és épületgépészeti kérdéseiről

Tanszékvezető:

Dr. habil. Kontra Jenő
tanszékvezető egyetemi tanár

Témafelelős:

Szikra Csaba
egyetemi adjunktus,
épületgépész tűzvédelmi szakértő
G1, Gt1, SzÉS3, SzÉS3D 13-5767
BM OKF 765/2003
BME Épületgépészeti Tanszék

Közreműködők:

Király András
ipari kárszakértő,
okl. tűzvédelmi üzemmérnök,
építész tűzvédelmi szakértő
I-020/2006 BM OKF,

Takács Lajos Gábor
okl. építészmérnök,
építésügyi szakértő
E2 01 3067/05, SZÉSZ 1K, 2, 3.

Budapest, 2007. április

1. ELŐZMÉNYEK

Tanszékünket a Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság bízta meg a Debrecen, Fényes udvar 6 sz. alatti alagsor+F+X szintes (11 szintes) iparosított technológiával készült lakóépület 2007. február 26-án bekövetkezett tüzesetével kapcsolatos épületszerkezeti és épületgépészeti sajátosságok feltárásával.

Megbízó az alábbi kérdéseket tette fel:

1. Mi a tűz keletkezésének pontos helye, amennyiben az megállapítható a tüzesetet követően?
2. Mi a tűz keletkezésének oka? Közrejátzott-e emberi mulasztás a tűz kialakulásában? Ha igen, akkor milyen mértékű a mulasztás, gondatlanság?
3. A tűz továbbterjedésének befolyásoló, elősegítő tényezők.
4. Az épületszerkezeti kialakítás növelte vagy csökkentette a tűz kialakulásának és továbbterjedésének lehetőségét?
5. Megállapítható-e, hogy a szellőző rendszerben az állandóan működő elszívó ventilátor hatására mekkora légáram sebesség keletkezik és ez a sebesség elegendő-e a tűz terjedéséhez?
6. A felhalmozódott éghető anyagok a szellőző rendszerben milyen befolyással voltak a tűzre?
7. Mi lehetett az oka annak, hogy az egymás fölötti lakások kigyulladtak?
8. A tüzeset kiemelt fontosságára és a kárérték nagyságára kérem a szakértői véleményt a kirendelés kézhezvételétől számított 15 napon belül adja meg.

Fenti kérdések közül az 1. és a 2. kérdést illetékeség hiányában nem vizsgáltuk, a helyszíni szemlére ugyanis csak március 8-án került sor, amelynek során megállapítható volt, hogy a lakók a lakásokból a károsodott bútorokat nagyrészt kihordták, a romeltakarítás megkezdődött. A tűzkeletkezés okainak pontos vizsgálatára közvetlenül a tűz eloltását követően kerülhetett volna sor.

2. A SZAKÉRTÉSHEZ RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ DOKUMENTUMOK

Rendelkezésünkre álltak az alábbi iratanyagok:

- A Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság által 2007. február 26. napján Varga Lajos tűzoltó százados által felvett tüzeseti helyszíni szemle-jegyzőkönyv
- A Debreceni Rendőrkapitányság Bevetésirányítási Osztálya, Tajta Zoltán rendőr százados, forrányomos parancsnok által készített 341-3893/2007 sz. összefoglaló jelentés
- A Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság által 2007. február 28. napján felvett ügyfél meghallgatási jegyzőkönyv, a tűz feltételezett keletkezési

helyén, a Debrecen, Fényesudvar 6 sz. alatti épület (lépcsőház) földszinti 2 sz. lakás tulajdonosával, Jakab Mihálynéval.

- A Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság által 2007. február 28. napján felvett ügyfél (tanú) meghallgatási jegyzőkönyv, a Debrecen, Fényesudvar 6 sz. alatti épület III. emelet 6 sz. lakás (III/14. számú lakás) tulajdonosával, Szabó Veronikával (aki először jelezte a tüzet a Tűzoltóság felé).
- Statikai szakvélemény a Debrecen, Fényes udvar 6 sz. alatti lakóépület tartószerkezeteinek állapotáról. Kelt Debrecen, március 7, készítette a Geod-Stat Mérnöki Bt, Sándorné Göblyös Magdolna okl. építőmérnök, tartószerkezeti vezető tervező, műszaki szakértő (T-1 09 0044, SZÉS 1).
- A Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság által 2007. március 13. napján felvett tanú meghallgatási jegyzőkönyv, egy szemtanú elmondása szerint.

A szakértői tevékenység elvégzéséhez Megbízó rendelkezésünkre bocsátotta az épület egyes fellelhető építészeti, épületgépészeti és tartószerkezeti kivitelezési tervdokumentációit, amelyek közül az alábbiakat használtuk fel a szakértői vélemény összeállításához:

Építészeti kivitelezési tervek

- | | | | |
|--------------|---|-----------|-----------|
| • VI E – 1* | Pincealaprajz | 1970.III. | M = 1:100 |
| • VI E – 2* | Földszinti alaprajz | 1970.III. | M = 1:100 |
| • VI E – 3* | Általános emeleti alaprajz | 1970.III. | M = 1:100 |
| • VI E – 5* | Tetőalaprajz | 1970.III. | M = 1:100 |
| • VI E – 6* | A-A, B-B metszet | 1970.III. | M = 1:100 |
| • VI E – 7* | Főbejárat homlokzat | 1970.III. | M = 1:100 |
| • VI E – 8* | Hátsó bejárat homlokzat | 1970.III. | M = 1:100 |
| • VI E – 9* | Véghomlokzat | 1970.III. | M = 1:100 |
| • VI E – 1/M | Pincealaprajz | 1970.III. | M = 1:50 |
| • VI E – 2/M | Földszinti alaprajz | 1970.III. | M = 1:50 |
| • VI E – 3 | I.-IX. emeleti (általános emeleti) alaprajz | 1970.III. | M = 1:50 |
| • VI E – 4/2 | X. emeleti alaprajz | 1970.III. | M = 1:50 |
| • VI E – 5 | Tetőalaprajz | 1970.III. | M = 1:50 |
| • VI E – 6/M | C – C és D - D metszetek | 1970.III. | M = 1:50 |
| • VI E – 24 | Tetőfelépítmény alaprajza | 1970.III. | M = 1:20 |

- VI E – 25 Tetőfelépítmény gerendakiosztási terve 1970.III. M = 1:20
- VI E – 26 Tetőfelépítmény szakipari födém kiosztás 1970.III. M = 1:20
- VI E – 27 Tetőfelépítmény részletei 1970.III. M = 1:20

Tartószerkezeti tervek

- S – 3 Pince feletti födém 1970.IV. M=1:50, 1:20
- S – 4 Fogadósínt alaprajz 1970.IV. M = 1:50
- S – 5 F₁₋₂₆ jelű vasbeton harántfalak 1970.IV. M = 1:50
- S – 6 A-B-C jelű fal 1970.IV. M = 1:50
- S – 7 Szerelősínti lépcső vb. terve 1970.III. M = 1:50

Épületgépész tervek:

- GV-GCS-GG-1/M Pince víz-csatorna-gázszerelés alaprajza 1971.XI. M = 1:50
- GG-1/M Gázszerelés függőleges csőterv 1971.XI. M = 1:50
- GSZ-1 Szellőzés függőleges csőterve 1970.IV. M = 1:50
- GSZ-2 Szellőzés darabjegyzék 1970.IV. --
- GT-26 Szemétdobó terve 1970.IV. M = 1:100

Épületvillamossági tervek:

- GE – 1 Pince villamos szerelési terve 1970.IV. M = 1:50
- GE – 2 Földszint villamos szerelési terve 1970.IV. M = 1:50
- GE – 3 Villámhárító szerelési terve 1970.IV. M = 1:50
- GE – 4 Összetartozó tervek 1970.IV. M = 1:50
- GE – 5 Kaputelefon 1970.III. M = 1:50
- GE – 6 Fővezetési terv 1970.III. M = 1:50
- GE – 7 Főkapcsoló tábla 1970.III. M = 1:50

Rendelkezésünkre álltak továbbá fényképfelvételek az alábbiak szerint:

- Czeglédi Zsolt által 2006. február 26-án készített fényképfelvételek a tüzeset során (fotó: <http://www.langlovagok.hu> portál, pontos hely: <http://www.langlovagok.hu/html/galeria/318.shtml>;

- Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság által 2006. február 26-án készített fényképfelvételek a tűz lefeketítését és eloltását követően, de még aznap délután;
- Szakértők által a helyszíni szemlék során készített fényképfelvételek 2007. március 7-én és 21-én.

3. AZ ÉPÜLET ISMERTETÉSE

3.1. Építészeti ismertetés

Általános ismertetés

A lakóépület a Debreceni Házgyár F9 típusú paneles szerkezetű épülete. Az épület-együttes kivitelezési terveit 1970. során tervezte a Debreceni Tervező Vállalat (törzsszám: 54/25-1815/8). A kivitelezés 1971-ben, az átadás 1972-ben történt, a kivitelező a Hajdú-Bihar Megyei Állami Építőipari Vállalat volt. Az együttes tömb ún. ikerszekciókból áll (két, egymással a pincszinten és a tetőszinten összekötött lépcsőházi fogat, szintenként és lépcsőházanként 4-4 db lakással), a tűz a II. ütemben kivitelezett VI sz. épület 4 sz. lépcsőházát érintette (a valóságban ez a Fényesudvar 6. sz. alatti lépcsőház).

Az épület pince+F+X (11 szintes) szintszámú, fogatolt elrendezésű. A lépcsőházak szabadba nyíló ablakokkal ellátottak, a közép folyosókkal egy légteret alkotnak, amelybe a lakásokon kívül a szemétdobó helyiség és a felvonó aknája is csatlakozik. Szintenként és fogatonként 4-4 db lakás csatlakozik a lépcsőházhoz csatlakozó közép folyosóra. A lépcsőház megszakítás nélkül vezet a pincébe, ahol a közép folyosók két oldalán tárolóhelyiségek találhatók. A pincszinti közép folyosó a VI sz. épület négy lépcsőházával (az ikerszekció két-két lépcsőházával) együtt egy légteret alkot; közvetve a közlekedő rendszerrel egy légteret alkotnak a pincszinti tárolók is, mivel azok nyílászárói acél keretbe feszített acélrácsból készültek.

Az egyes lépcsőházakhoz 2-2 db 1+1/2 szobás, 34,99 m² alapterületű és 1+2x1/2 szobás, 53,04 m² alapterületű lakás tartozik.

A lépcsőházakat a tetőszinten zárt, megvilágított közlekedő folyosó köti össze, amely acélszerkezetű, a tetőszigeteléstől független. A pincszinti közép folyosók két lépcsőházat szintén összekötnek, amelyet azonban a lakók házilagos módszerekkel leválasztottak.

Az épület tartószerkezetei az alábbiak:

- A felmenő szintek előregyártott paneles szerkezetűek, a födémek vastagsága 16 cm.
- A pince fogadósíntje monolit vasbeton falakból és 16 cm vtg. monolit vasbeton födémről áll.

Az épület – tüzeset megítélési szempontból lényeges - **szakipari szerkezetei** az alábbiak:

- A lapostető kialakítását tekintve egyhéjú melegtető. A vízszigetelés műanyag lemezből készült, egy közelmúltban végzett felújításnak köszönhetően jelenleg palazúalék hintésű modifikált bitumenes vastaglemez záróréteggel rendelkezik. A tervek szerinti rétegrend ettől eltérően:

Senol csapadékvíz szigetelő lemez

Bagupa hőszigetelő elem (bitumennel kevert parafa hőszigetelés)

Párazáró lemez

16 cm vtg. előregyártott vasbeton födém

- A homlokzati nyílászárók faszerkezetűek.
- A fürdőszoba blokkok térelemként kerültek kivitelezésre, 4 cm vastagságban.
- A kiürítési útvonalon (középfolyosón) lévő elektromos mérőóra szekrények „nem éghető” fémajtóval kerültek felszerelésre, amelynek figyelembe vehető tűzállósági határértéke nincs, mivel egyszerű, minősítés nélküli acélszerkezet.
- A lakásbejáratok ajtók faszerkezetek, amelyeket számos lakás esetén vagyonvédelmi okok miatt lecseréltek. Az ajtók tűzállósági határértékre nem minősítettek. Számos lakás előtt „nem éghető” anyagú rácsokkal zárták le az ajtókat, illetve a folyosószakaszt. A tűz során érintett lakások előtti folyosószakasz egyik szinten sem volt rácsokkal leválasztva a lakásokkal szembeni elektromos mérőóra szekrények megközelíthetőségének biztosítása miatt.
- Az épületgépészeti aknák kialakítása kétféle volt. A konyhákban eredetileg favázra szerelt, festett farostlemezekből készült, míg a fürdőszobákban az akna egyik oldalról vasbeton szerkezettel, a WC csészék mögött pedig favázra szerelt festett farostlemezzel került elhatárolásra. A lakások szemrevételezése során kiderült, hogy az eredeti szerkezeteket számos helyen lecserélték, általában éghető anyagú elhatárolásra. A tűzkeletkezési helyként beazonosított földszint 2. sz. lakásban a konyha melletti akna elhatárolás favázon lambéria burkolat volt, míg sok helyütt farostlemezből, OSB lapokból és lambériából készült elhatárolást találtunk a fürdőszobákon belül (a konyhák többségében még a favázra rögzített, védőfestéssel ellátott préselt rétegezt lemez burkolat volt, kivéve a földszint 2. lakást, ahol a konyhai akna lehatárolását a favázon éghető horonyeresztékes deszkaburkolatra cserélték. A fürdőszobai akna lehatárolásokat a különböző lakásokban szintén kicserélték, általában horonyeresztékes deszkaburkolatra, lambéria burkolatra, OSB lemezre.

3.2. Épületgépészeti ismertetés

A konyhák szellőzői részben gravitációs, részben gépi szellőzésre alapozott elszívó rendszerűek. A konyha melletti aknában alumínium anyagú mellékcsatornás gyűjtő

rendszerű függőleges légcsatorna halad. A légcsatorna gyűjtő rendszerű 1/3 – 2/3 felületű elválasztással mérete 280x200mm. A konyhák oldalfalán a földem alatt 11 db 100x200mm-es levegő elvezető nyílás található, mely a légcsatorna felől bővül. A szellőző akna végén RAX 408 FŰTŐBER gyártmányú ventilátor található. A ventilátor tervezett légszállítása 1500m³/h, 100Pa névleges nyomást feltételezve. A tervezett légszállítás esetén, egy elszívó nyíláson 140m³/h a tervezett légmennyiség, amely a főzőfülke levegőjét óránként mintegy 20x, tehát mintegy 3 percenként cseréli. Az elszívó nyílás felületén a légsebesség 1-2 m/s között van. Megjegyzendő, hogy a szellőző rendszert gravitációs és gépi üzemmódra is tervezték, így a ventilátort csak akkor kell üzemeltetni, ha a gravitációs huzat szellőztető hatása nem elegendő. A gravitációs szellőztetéshez a tetőfelépítményben egy a ventilátort megkerülő zsalusor lett beépítve. Ennek nyitott állásakor a ventilátort üzemeltetése szükségtelen. A tűz keletkezési helye melletti aknában 2 azonos méretű és azonos működésű szellőző vezeték található (S5, S6 jelű). A földszinti főzőfülke légutánpótlása a 60x210 cm névleges méretű belső ajtón keresztül a lakás légteréből történik.

3.3. Tűzvédelmi sajátosságok

Az alábbiakban a tüzeset épületszerkezeti és épületgépészeti vonatkozásaiban lényeges tűzvédelmi sajátosságokat ismertetjük.

- Az épület alagsor+F+X (11 szintes) szintszámú, amely tűzvédelmi szempontból 11 szintet jelent (a pincszint figyelembe vétele nélkül).
- A legfelső használati szint magassága a környező terepszinttől $28,0 + 1,0 = 29,0$ m tehát az épület közép magas besorolású.
- A tűzveszélyességi osztály „D”, azaz mérsékelten tűzveszélyes. A tűzszakasz befogadóképessége 500 fő alatti.
- Az alapterületi adatok 1 lépcsőházi fogatra: alagsor 185,32 m², földszint és általános emeletek 199,61 m² x 11 szint, egy fogat összesen 2.381,03 m².
- A VI sz. épület négy lépcsőháza (Fényesudvar 5, 6, 7, 8 sz.) (két ikerfogat) az pincszinten egy zárt közép folyosóval összekötött, amely tűzgátló lehatárolás nélkül került kialakításra. Az épület mértékadó tűzszakasz-területe így $4 \times 2.381,03 \text{ m}^2 = 9.524,12 \text{ m}^2$.
- Az épület tűzállósági fokozata az épületszerkezetek éghetőségi adatai és tűzállósági határértéke alapján II. A tűzállósági fokozat követelményeinek azonban egyes szerkezetek nem felelnek meg.
- A közép folyosók a lépcsőházakkal egy légteret alkotnak, hő- és füstelvezetésük gravitációs nyílászárókkal biztosított. Az 1965. évi közép magas előírásoknak megfelelően a lépcsőház legfelső pontján kialakítottak egy hő- és füstelvezető nyílást, amely a földszintről és a legfelső szintről, mechanikusan volt működtethető. A tűzoltók tájékoztatása szerint a hő- és füstelvezető távnyitó nem működött, amelyet a helyszíni próbák is alátámasztottak. A hő- és füstelvezetés ezért a lépcsőház természetes megvilágítását biztosító nyílászárókon keresztül volt csak megoldható.

- Az épületben egy működésképtelen kézi tűzjelző rendszer került kialakításra, automatikus tűzjelző rendszer nem volt.
- Lépcsőházanként egy normál, nem biztonsági személyfelvonó lett beépítve – biztonsági felvonó a hatályos előírások szerint csak a magasházaknál kötelező.
- Szintén lépcsőházanként egy különálló helyiségből nyíló acél anyagú szemétdob is van
- Az épület két hosszanti oldalán a homlokzati falhoz kiépített tűzoltási felvonulási terület található, amely a konkrét tűzeset során a külső menekítést és beavatkozást lehetővé tette.

4. A VONATKOZÓ ELŐÍRÁSOK, KÖVETELMÉNYEK

Az épület tervezésekor, 1970-ben a 1/1963. (VII. 5.) BM sz. rendelet és BM TOP 5/1965. évi középmagas és magas előírásai voltak érvényben. Az 1/1963. (VII. 5.) BM sz. rendelettel jelent meg a tűzállósági fokozat, a tűzveszélyességi osztály stb., tehát a jelenlegivel azonos vagy csak kismértékben eltérő terminológia a hazai szabályozásban. Ez alól kivételt képez a tűzszakasz fogalma, illetve a tűzszakasz területének meghatározása, ugyanis a korabeli terminológia többszintes tűzszakaszok esetén egy szint alapterületét vette tűzszakasznak a közlekedők nélkül, míg a jelenleg hatályos jogszabály szerint a tűzszakasz területe a hozzá kapcsolódó helyiségek területének összessége.

5. A SZAKÉRTŐI VIZSGÁLAT EREDMÉNYEI

5.1. A tűzeset rövid ismertetése

A tűz a tanúvallomások és az épületszerkezeti károsodások egybefüggő információi szerint VI/4 (Fényesudvar 6 sz). lépcsőház a földszint 2 sz. lakás konyhájában keletkezett, a tűzhelyen hagyott étel meggyulladásával (lásd 2 sz. kép). A meggyulladt étel a tűz kezdődő szakaszában fejlődő légáramlás hatására a tűzhely melletti akna éghető anyagú határoló falát meggyújtotta, majd onnan terjedt át a konyhai szagelszívó vezetékében lerakódott, kiszáradt olaj- és zsiradék maradványok segítségével az épület többi szintjére. A tüzet a jegyzőkönyvek alapján először a fsz./2 alatti lakó, Jakab Mihályné észlelte; a III. emelet 14 sz. lakó a lakásában füstöt észlelt, majd miután a földszinten szembesült a ténnyel, ő hívta a Tűzoltóságot.

A tűz keletkezési helye fölötti lakások konyhái szinte kivétel nélkül, a X. emeletig bezárólag kiégtek. Mivel a frisslevegőt részben a földszint 2 sz. lakásból kapta a tűz, ebben a lakásban a károsodás mértéke nem érte el a fölötte lévő szintekét. A tűz során keletkező hő és füst a tetőszinti átjárón keresztül átterjedt a VI/III sz. (valóságban a Fényesudvar 5. sz.) lépcsőházra is, ahol azonban csak füstszennyezést okozott, további tűzkeletkezés nem történt.

5.2. A tűz terjedését elősegítő, befolyásoló tényezők

A tűz terjedését elősegítő, befolyásoló tényezőket a tüzeset lefolyásának sorrendjében tárgyaljuk.

5.2.1. A gépészeti akna burkolata

A Debrecen, Fényesudvar 6 sz. alatti lépcsőház konyhai szagelszívója egy 28x20 cm külméretű, alumínium anyagú, mellécsatornás gyűjtőszellőzőbe volt kötve, amely a konyhával szomszédos fürdőszoba vele azonos méretű és kialakítású romlott-levegő elvezető kürtőjével került közös aknába. Az akna burkolata a tervek tanúsága szerint és a lépcsőházban lévő lakások többségében látottak szerint favázra erősített és festett rétegelt lemezből készült (lásd 3 sz. kép, a IX. emeleti lakás egyedül épen maradt aknalehatárolása), azonban a tűzkeletkezés helyeként beazonosított VI/4 lépcsőház (valóságban a Fényesudvar 6. sz. lépcsőház) fszt./2 lakásban a favázon horonyeresztékes deszkaburkolat volt, amely figyelembe vehető tűzállósági határértékkel nem rendelkezik, sőt „közepesen éghető” besorolású, így meggyulladásával elősegítette a tűz kialakulását és terjedését. Jelen szakvéleménynek nem volt tárgya, sem lehetősége, hogy a földszinti burkolatcsere személyi felelősségét (ki, mikor, milyen módon) vizsgálja, illetve megállapítsa.

Összehasonlításként: a jelenlegi előírás, az 2/2002 (I.23.) BM rendelet 5 sz. melléklet I/4 fejezete az épületgépészeti aknák határoló szerkezeteire 0,65 óra tűzállósági határérték követelményt ír elő.

5.2.2. Az épületgépészeti aknák kialakítása

A VI/4 sz. lépcsőház (valóságban a Fényesudvar 6. sz. lépcsőház) 2 sz. lakásaiban két akna található. A konyha területéből leválasztott aknában az 5.1. alatt említett szellőző vezetékek, a fürdőszobában, a WC csésze mögötti aknában pedig a csatorna ejtővezeték és a vízvezetékek kaptak helyet. Az épületgépészeti aknák kialakítására az alábbiak jellemzőek:

- A légtechnikai vezetékek alumíniumból készültek,
- A légtechnikai vezetékek csatlakozásainál vagy a födémek vonalában tűzgátló elzáró szerkezetet nem tartalmaznak (lásd 3-4 sz. képek),
- A légtechnikai vezetékek és a födém között, az akna födémáttörésének síkjában tűzterjedést megakadályozó kitöltés vagy kibetonozás nem készült (lásd 3-6 sz. képek).
- Az aknák a födémek vonalában nem kerültek szakaszolásra, megszakításra, tűzgátló lezárásra (lásd 4- 5 sz. kép).
- Mindehhez a konyhai szagelszívó vezetékekben lerakódott, kiszáradt olaj – és zsírmadarak éghető anyagként szintén hozzájárultak a tűzterjedéshez (lásd 1 sz.

kép, továbbá a Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság által lefoglalt elszívó vezetéket a 7-8 sz. képeken).

A gépészeti aknák és elhatárolásuk helytelen kialakítása tehát elsődlegesen járult hozzá a tűz gyors terjedéséhez. Állításunkat a tűz által érintett lakásokban bekövetkezett károsodások, illetve az ezekről készült képek is alátámasztják (lásd 9-11 sz. képeket, amelyek a VIII. emelet 34. számú lakásán belül készültek).

5.2.3. Egyéb tűzterjedést lehetővé tevő sajátosságok

Az épületben a gépészeti aknák burkolatán és kialakításán kívül az alábbi szerkezetek tettek lehetővé tűzterjedést:

- A lakásbejáratok ajtók faszerkezetűek voltak, amelyek figyelembe vehető tűzállósági határértékkel nem rendelkeznek. Az ajtók közül a IV, a VI. és a VII. emeleti lakások ajtóit károsodtak súlyosan (lásd 12-14 sz. képek).
- A lakások előtti elektromos mérőóraszekrények acélszerkezetű tolóajtaja szintén nem rendelkezik tűzállósági határértékkel, így ahol a tűz kijutott a középfolysóra, az elektromos mérőóra szekrények is károsodtak. Az elektromos felszálló- és mérőóra szekrény aknák azonban a földemek vonalában ki voltak betonozva, így a tűz nem terjedt az elektromos vezetékek mentén annak ellenére sem, hogy az elektromos kábelek átvezetése a kibetonozáson nem volt tűzgátló módon tömítve (lásd 16-17 sz. képek).

A homlokzati panelekben éghető besorolású hőszigetelés, expandált polisztirolhab hőszigetelés (valószínűleg első generációs Hungarocell típus) van beépítve, amely „könnyen éghető” besorolású. Ez egy helyen, a X. emeleti 42 sz. lakás kishabájának ablaka fölötti parapetelemben olvadt meg, azonban sehol sem gyulladt meg. Az éghető anyagú hőszigetelés ebben a tüzesetben tűzterjedési szerepet nem játszott (lásd 15 sz. kép).

A paneles épületek másik kedvezőtlen tűzvédelmi sajátossága, a lakásválasztó falakba helyezett elektromos dugaljok átmenő (megszakítás nélküli) fogadószervezete (körfurata) esetünkben szintén nem eredményezett tűzterjedést.

5.2.4. A tűz során keletkezett hő és füst szétterjedésének okai

A középfolysók a lépcsőházzal együtt egy légteret alkotnak. A középfolysó nem rendelkezik önálló hő- és füstelvezetéssel, míg a lépcsőház – rendkívül kedvezőtlen kialakítású – gravitációs hő- és füstelvezető rendszere a tüzeset idején nem működött, így a tűz során keletkezett hő és füst akadálytalanul terjedt szét a közlekedőkben, majd a lépcsőházban kialakult kürtőhatás következtében az egész épületben. Mivel a hő- és füstelvezető a lépcsőház legfelső pontján található, annak üzemszerű működése során is szétterjedt volna a hő és a füst a lépcsőházban, mivel az alacsonyabb szintekről csak felfele tudott volna távozni. A legfelső pontban elhelyezett hő- és füstelvezető nyílás emellett még azért is hibás megoldás, mert a tűz kezdeti fázisában, amikor a füst hőmérséklete még viszonylag alacsony, a hideg épületszerkezetekkel

érintkező füst lehűlve nem minden esetben felfelé terjed, hanem lefelé is terjed a lépcsőházban. Mindezek szerint mind a tűz kezdeti fázisában, mind kiterjedt tűznél nem kerülhető el a lépcsőház füstszennyezése. A homlokzati nyílászárók nyitásával a hő és füstelvezetés a legfelső ponton elhelyezett hő- és füstelvezető nyílásnál kedvezőbben oldható meg, azonban a hő és a füst ekkor is a lépcsőházon keresztül távozik, ami a menekülési és mentési szempontból rendkívül kedvezőtlen.

A lépcsőház legfelső pontján elhelyezett hő- és füstelvezető üzemszerű működése egyetlen kedvező hatással járt volna, nevezetesen csökkenthette vagy megakadályozhatta volna a hő és a füst áttérjedését a szomszédos, VI/3 sz. (valóságban a Fényesudvar 5. sz.) lépcsőházba. További, a füstáramlást hátrányosan érintő elvi tényező, hogy az oldalablak mérete a vízszintes beépítésnek megfelelő keresztmetszetű volt (függőleges beépítésnél a számított keresztmetszethez képest 50 %-al növelt tényleges keresztmetszetű füstelvezetőt kell beépíteni az áramlási veszteség korrigálására, ami azonban az épület létesítésekor még nem volt előírás).

Megjegyzendő, hogy még a jelenleg hatályos előírások sem írják elő 4 fogatú lakóépületek zárt közép folyosóinak hő- és füstelvezetését és füstmentes lépcsőház kialakítását, továbbá a lépcsőházak hő- és füstelvezetését azok legfelső pontján kialakított nyílással kell megoldani, nem szintenként. Kimondhatjuk tehát, hogy az épület zárt közép folyosóinak és lépcsőházának hő- és füstelvezetése a jelenleg hatályos előírásoknak is megfelel. Az Országos Tűzvédelmi Szabályzat 35. §. (hő- és füstelvezetés) és a jelenleg érvényes 2/2002. BM r. 5. sz. melléklet I/4. fejezete (ami csekély eltéréssel szinte teljesen megegyezik a korábbi MSZ 595/4 szabvánnyal) előírásai a Debrecen, Fényes udvar 6. tüzesetének lefolyása alapján rendkívül kedvezőtlenek és korszerűtlenek.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

6.1. Általános megállapítások

A Debrecen, Fényes udvar 6 sz. alatti lépcsőház földszint 2. lakásában keletkezett és a lépcsőházban a fölötte és mellette található lakások mindegyikére kiterjedő tüzeset lefolyásának elemzése és a tűzterjedési módok behatárolása rávilágít a középmagas, iparosított technológiával készült épületek súlyos létesítési hiányosságaira. Szakértői véleményünkben nem elemeztük ki az épület létesítéskor hatályos 5/1965 BM TOP rendeletben foglalt vagy a jelenlegi tűzvédelmi jogszabályokban foglalt előírásoknak való megfelelést vagy meg nem felelést, inkább a tüzeset lefolyása során tapasztalt jelenségek kiértékelésével határoztuk meg egy-egy alkalmazott műszaki – tűzvédelmi megoldás szakszerűségét, megfelelőségét.

Szakvéleményünket úgy állítottuk össze, hogy a hazai panelfelújításban részt vevő szakemberek és döntéshozók számára információkkal és tanulsággal szolgáljanak annak érdekében, hogy a Magyarországon létesített mintegy 507 ezer paneles (nagyelemes) technológiával épült lakás felújításánál az épületgépészeti aknák tűzvédelmének megoldása sürgős és elengedhetetlen feladat, amely az épületek általános tűzvédelmi koncepciójának kidolgozását teszi szükségessé az építészeti, tűzvédelmi, épületgépészeti és épületvillamossági sajátosságok és adottságok figyelembe vételével. Megjegyzendő, hogy nemcsak általánosságban, de a Debrecen, Fényes udvar 6 sz. alatti épület (lépcsőház) tűz által érintett lakásaiban is találkoztunk olyan, feltehetően a közelmúltban elvégzett, egyébként nem építési engedély-köteles átalakításokkal, amelyek a jelenleg érvényes tűzvédelmi jogszabályokkal ütköznek:

- A lakásbejárati ajtókat minősítés nélküli szerkezetekre cserélték, holott a 2/2002 (I.23.) BM rendelet 5 sz. melléklet I/3 fejezet szerint a középmagas épületek önálló rendeltetési egységeinek bejárati ajtója legalább „nehezen éghető” 0,25 óra, vagy „közepesen éghető” 0,5 óra tűzállósági határértékű, minősített szerkezetek kell legyenek. A hiányosság annál is inkább jelentős, mert a károsodott ajtókat is hasonló, nem minősített, tűzállósági határértékkel nem rendelkező szerkezetekkel helyettesítették a lakók.
- A gépészeti aknák elburkolását sok helyen az eredetileg alkalmazott szerkezetekkel megegyező tűzállóságú szerkezetekkel helyettesítették az időközben változott és magasabb követelményt előíró jogszabályok ellenére (pl. az egyik lakásban a WC mögötti akna elfalazást OSB lappal oldották meg, amely „könnyen éghető” éghetőségű, figyelembe vehető tűzállósági határértékkel nem rendelkezik). Fontos kihangsúlyozni, hogy a jogszabály ismeretének hiánya nem mentesít a jogszabály hatálya alól, azonban a probléma rámutat arra is, hogy a társasházak alakult, iparosított technológiákkal épült épületek kezelésével foglalkozók nem tájékoztatják megfelelően a lakókat a lakásfelújítások során betartandó, hatályos tűzvédelmi előírásokról, illetve a lakásfelújítások során az illetékes I. fokú tűzvédelmi hatóság nem kap szerepet mint szakhatóság, így nem tudja ellenőrizni a hatályos jogszabályok betartását.

6.2. Megbízói kérdésekre adott válaszok

6.2.1. A tűz továbbterjedésének befolyásoló, elősegítő tényezők.

Az alábbiakban a tűz továbbterjedésének befolyásoló, elősegítő tényezőket fontossági sorrendben ismertetjük.

- *Az épületgépészeti aknák „közepesen éghető” burkolata.*
- *A konyhai szagelszívók szellőző vezetékeiben lerakódott „éghető” anyagú, kiszáradt olaj- és zsiradék maradékok.*
- *Az épületgépészeti aknák megszakítás nélküli, tűzgátló zárószerkezeteket nélkülöző kialakítása.*
- *A szellőző vezetékek elszívó pontjainak lakók általi „beépítése” éghető anyagú bútorokkal, anyagokkal.*
- *A lakásbejárati ajtók gyenge, figyelembe nem vehető tűzállósága.*
- *A zárt középfolysó önálló hő- és füstelvezetésének hiánya, illetve a lépcsőházi füstelvezető rendszer működésképtelensége.*

6.2.2. Az épületszerkezeti kialakítás növelte vagy csökkentette a tűz kialakulásának és továbbterjedésének lehetőségét?

Az épületszerkezetek kedvezőtlen kialakítása rendkívüli mértékben elősegítette a tűz terjedését. A tűz kialakulását a tűzkeletkezési helyen (földszint 2 sz. lakás) alkalmazott „közepesen éghető” aknafal, terjedését pedig elsősorban a gépészeti aknák rendkívül kedvezőtlen kialakítása (afödémek vonalában az aknák tűzgátló szakaszolásának hiánya és a légtechnikai vezetékekben a tűzterjedést gátló elzárószerkezetek hiánya) eredményezte.

Segítette továbbá a tűz terjedését a tűzkeletkezés helye felől a légcsatornába áramló meleg levegő, illetve hő és füst, amely az alumínium légcsatorna felmelegítésén keresztül a légcsatornát körülvevő közepesen éghető burkolatot felé szállította a hőt.

A hő- és füstelvezető nyílászáró működésképtelensége eredményezte részben a tűz során keletkezett hő és füst szomszédos, VI/3 (valóságban a Fényesudvar 5. sz.) lépcsőházra történő átterjedését.

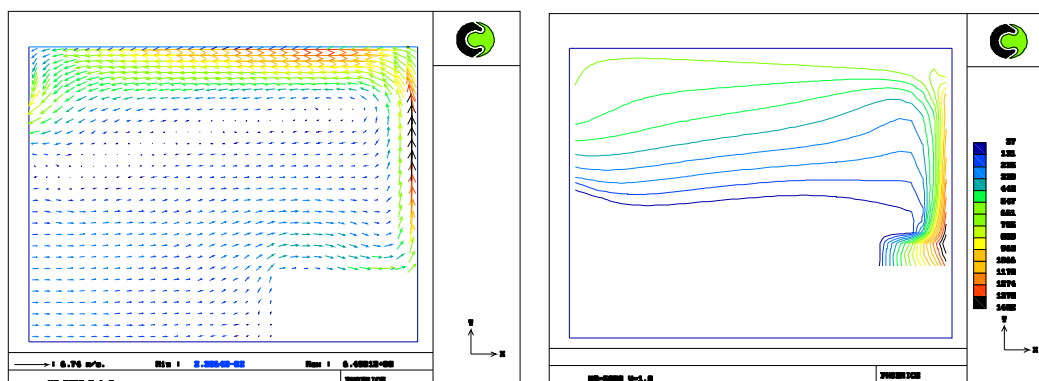
6.2.3. Megállapítható-e, hogy a szellőző rendszerben az állandóan működő elszívó ventilátor hatására mekkora légáram sebesség keletkezik és ez a sebesség elegendő-e a tűz terjedéséhez?

A kérdés megválaszolásához numerikus szimuláció módszerével modellt készítettünk és a modell segítségével vizsgáltuk az elszívó hálózat közelében

kialakuló hőmérséklet és sebesség viszonyokat. A szimuláció elvi megfontolásait és eredményeit a I. mellékletben foglaltuk össze.

Az eredményeket alapján levonható következtetések:

A főzőfűlke légcsatorna burkolata mellett elhelyezett elektromos főzőlap közelében keletkezett hő, gravitációs légáramot indított el a főzőfűlke és a lakás között. A tűz által keltett gravitációs légáramlatra az elszívó szellőzésnek csak csekély hatása volt. A lakás légtere és a főzőfűlke között keletkezett légáram nekiszorította a feláramló meleg levegőt a légcsatorna külső burkolatának. A burkolat közelében felfelé haladó levegő, a geometriai korlátok miatt keletkezett helyi depresszió miatt nem tudott leszakadni onnan (Koanda hatás). Ezért a fal mentén a fal felé sűrűsödő meleg feláramlás keletkezett. A meleg feláramlás intenzíven szállította a hőt a mennyezet felé. A meleg légáram épp a légcsatorna elszívó nyílásának közelében haladt el. Az alábbi példában 1m/s elszívó sebesség mellett 5 kW/m³ felszabaduló hő esetén láthatók a hőmérséklet és áramlási viszonyok:



A konyhafűlke hő és áramlási viszonyai 5kW/m³ hőfelszabadulás és 1m/s elszívási sebesség esetén

A fenti két ábrából látszik, hogy a fal mentén nagyjából 6 m/s-os feláramlás keletkezett. A feláramló levegő hőmérséklete az anemosztát elszívási környezetében kb. 850 °C fokos. A ilyen hőmérsékletű forró levegő egy részének a légcsatornába jutása esetén is elegendő a hőt szállít a tűz továbbterjedéséhez.

Megállapítható a helyszínen készített fényképfelvételek alapján, hogy a ventilátor a tüzesetet követően nem semmisült meg, noha károsodott. Ez arra enged következtetni, hogy a tűz során keletkezett hő és füst nagy része nem a ventilátoron, hanem a ventilátor gravitációs üzemmű elvezető zsaluján keresztül áramlott ki (18. kép). Az I. melléklet D fejezetének számításai szerint, a helyiség hő- és áramlási viszonyai már a tűz korai fázisában számottevő felhajtóerőt generáltak a vegyes üzemmű (gépi és gravitációs) szellőző légcsatornában.

Megállapítható, hogy a tűz kezdeti szakaszában, kis hőfelszabadulás esetén a működő ventilátor segítette a hő bejutását a csatornahálózatba. A gravitációs huzathatás elemzéséből kitűnik, hogy a légcsatornában, nagyobb hőfelszabadulás esetén, elegendő felhajtóerő a meleg légáram fenntartására a gépi elszívás kikapcsolt állapotában is. Megállapítható tehát, hogy a tűz korai

szakakaszában az elszívó ventilátor segíthette a hő légcsatornába jutását, de a gravitációs felhajtóerő a ventilátor kikapcsolt állapotában is elindította volna folyamatot.

6.2.4. A felhalmozódott éghető anyagok a szellőző rendszerben milyen befolyással voltak a tűzre?

Mivel a numerikus szimuláció és az azt kiegészítő gravitációs hajtóerő számítás megmutatta, hogy a konyhai szagelszívó szellőző légcsatornájában, már a tűz kezdeti szakaszában is jelentős mennyiségű meleg levegő áramlott be, amely a légcsatorna falát és az azon lerakódott, kiszáradt zsír- és olajmaradványokat felmelegítette. Bizonyos esetekben megfigyelhető, ha a meleg légáram elegendő hőt és égést tápláló oxigént szállít az éghető anyaghoz, a tűz akár gyorsan haladó lángfront (ún. szúróláng) formájában is végigéghet a zárt térben. Ezt a körülményt látszik alátámasztani a 2007-03-13 kelt (T/70/2007. iktatószámú) tanúmeghallgatási jegyzőkönyv, mely „lángnyelv”-ről beszél a légcsatorna hálózat kitorkollási pontján .

A fentiek valamint a 6.2.3. alatt ismertetett következtetések alapján megállapítható, hogy a felhalmozódott éghető anyagok a szellőző rendszerben a tűz terjedését egyértelműen gyorsították. Meg kell jegyezzük, hogy a tűz vertikális terjedése e jelenség nélkül is bekövetkezett volna.

6.2.5. Mi lehetett az oka annak, hogy az egymás fölötti lakások kigyulladtak?

Az egymás fölötti lakások kigyulladásának okai a fenti, 6.2.1-6.2.4. pontokban ismertetett, kedvezőtlen körülmények együtthatása.

6.3. Egyéb hiányosságok ismertetése

Az alábbiakban a Debrecen, Fényes udvar 6 sz. alatti lépcsőház egyéb, tűzvédelmi szempontból súlyos hiányosságait ismertetjük, amely a 2007. február 26-i tüzeset keletkezésében és lefolyásában nem játszott szerepet, azonban hatásuk egy esetleges tűzkeletkezés esetén még a bekövetkezett tüzeset okozta károknál és életveszéllynél is súlyosabb lehet.

A hiányosságokat azok súlyossága szerinti sorrendben ismertetjük. Célunk a figyelem felkeltése a hiányosságokra és azok tüzeseti veszélyeire.

6.3.1. Pinceszint kialakítása

A pincszinti zárt középfolysó tűzgátló előtér nélkül kapcsolódik az általános emeleti szinteket kiszolgáló lépcsőházhoz. Különösen kedvezőtlen, hogy a középfolysóról nyíló lakossági tárolók rácsos fémajtókkal kapcsolódnak a középfolysókhoz, továbbá a Fényesudvar 5, 6, 7, 8. szám alatti 4 db lépcsőházi fogatot magába foglaló épülettömb figyelembe vehető tűzállósági határértékű megszakítás nélkül köti össze a pincszinti

középfolyosó (lásd 21 sz. kép). Egy esetleges pinceszinti tűzeset során keletkező hő és füst így akadálytalanul terjedhet szét mind a 4 lépcsőházban és a lépcsőházakkal összefüggő középfolyosókon. Ez azért különösen veszélyes, mert a 2007. február 26-i tűzeset csak egy lépcsőházra terjedt csak ki, de a benntartózkodók kimentése így is különös nehézséget támasztott a beavatkozó egységekre nézve, a belső közlekedési rendszer hő- és füstelvezetésének hiánya, illetve nem megfelelő kialakítása miatt, így egy 4 lépcsőházra kiterjedő füst, illetve tűz beláthatatlan következményekkel járhat.

6.3.2. Épületen belüli tűzszakaszolás hiánya

A pinceszint 6.3.1. alatt ismertetett kialakítása és a lépcsőházakat a legfelső szinten kettésével összekötő zárt folyosók szakaszolatlansága miatt a Debrecen, Fényesudvar 5, 6, 7, 8. szám alatti 4 db lépcsőházi fogatot magába foglaló épülettömb egyetlen, mintegy 9.500 m² területű tűzszakaszt alkot, ami az adott, kedvezőtlen tűzterjedési sajátosságokkal együtt oltástaktikailag rendkívül kedvezőtlen körülmény. Megjegyzendő, hogy 8.000 m² fölötti tűzszakasz-terület a jelenlegi előírások alapján nemcsak középmagas, de többszintes lakóépületek esetén sem megengedett.

6.3.3. Szemétledobó kialakítása

A szemétledobó aknája – szakaszolatlanságánál fogva - különösen alkalmas tűzterjedésre, ráadásul gyakran kerül bele rosszul eloltott cigarettacsikk mint gyújtóforrás, ami a szemétgyűjtő konténerbe jutva meggyújthatja a körülötte lévő éghető anyagokat. Súlyos hiányosság – amely a Debrecen, Fényes udvar 6 sz. alatti lépcsőház szemétledobó helyiségei közül több esetben is tapasztaltunk, továbbá a Tűzoltóság is megörökített 2007. február 26-án, hogy számos szinten éghető anyagok tárolását végzik a lakók. Jelentős létesítési hiányosság, hogy a tűzterjedésben jelentős veszélyt okozó szemétledobók ajtóit „közepesen éghető” besorolásúak és figyelembe vehető tűzállósági határértékkel nem rendelkeznek, így a szemétledobóban keletkező tűz szintén szétterjedhet a lépcsőházi fogaton belül.

6.3.4. Homlokzati panelek hőszigetelésének éghetősége és a panelek belső szerkezetének kialakítása

A teherhordó homlokzati szendvicspanelek hőszigetelése „éghető” polisztirolhab. A korábbi MSZ 595/3 (és a jelenlegi 2/2002 (I.23.) BM rendelet 5 sz. mellékletének I/3 fejezet) 2.1.2. pontja azonban kimondta, hogy amennyiben a szerkezetre vonatkozó tűzállósági határérték-követelményt a tűznek kitett oldalon a szerkezet egy rétege vagy kérge önmagában teljesíti, akkor szerkezet éghetőségeként a kéreg éghetősége vehető figyelembe. Ezzel lehetővé tették az éghető maghőszigetelésű szerkezetek beépítését középmagas épületekbe is. A hőszigetelés azonban a külső és a belső kéreg kapcsolatánál okoz szerkezeti – tűzállósági problémát; tűz esetén ugyanis a hőszigetelés vonalában lévő ablak károsodásával a tűz áterjedhet a hőszigetelésre, amelynek során károsodhat a belső, teherhordó kérget a külső, burkoló kéreggel összekapcsoló fém szerelvény. A tűzvizsgálatok során ekkor a külső kéreg leesik, a

belső, teherhordó panel még sokáig ellenáll a tűzhatásnak, így a jogszabályban előírt tűzállósági határérték-követelményt teljesíti, a lehulló külső vasbeton kéreg azonban veszélyezteti a menekülést, mentést, illetve a tűzoltást végzőket. Megjegyzendő, hogy a középmagas épületekre előírt homlokzati tűzterjedés elleni tűzállósági határérték – amely megegyezik a födémekre vonatkozó követelménnyel – az éghető hőszigetelés miatt nem teljesül, ugyanis a tűzterjedés két éghető anyagú nyílászáró között az éghető anyagú hőszigetelés meggyulladásával is bekövetkezhet (lásd 15 sz. kép).

6.3.5. Dugaljak kialakítása

A szomszédos lakásokhoz tartozó elektromos dugaljakat egy tengelyre fűzve helyezték el a vasbeton panelekben úgy, hogy nincs közöttük beton kéreg. A korábbi és a jelenlegi szabályozás szerint a lakáselválasztó falak tűzgátló kivitelűek kell legyenek, azonban emiatt a dugaljak vonalában a falak nem megfelelő tűzállóságúak.

6.3.6. Lakások előtti folyosószakaszok lezárása

A tűz során érintett lakások előtt – elsősorban a tűzoltóság korábbi erőteljes fellépése miatt, továbbá mert itt vannak a közös elektromos mérőszekrények – nem voltak több lakás elé beépített biztonsági ajtórácsok, ill. ajtók, de a lépcsőn felfelé jobboldalt lévő 2-2 lakás mindegyike előtt az ajtókat szabálytalanul a lakók beépítették. Ezek a lezárások részben akadályozzák a tűzoltók mentési, beavatkozási lehetőségeit, továbbá lehetőséget adnak a lépcsőházhoz közvetlenül kapcsolódó közlekedő terekben a további éghetőanyag tárolásának. Ezek megszüntetése, ill. a vész esetén az azokba roncsolásmentesen történő gyors bejutás lehetőségét javasoljuk megfontolni. Ugyancsak szükséges ezen terek fokozott ellenőrzése, azokkal szemben, akik a szabályokat nem tartják be, az ajtó elbontását tartjuk célravezetőnek.

6.3.7. Az elektromos vezetékek födémáttöréseinek szintenkénti tűzszakaszolása

A tűz során a hő miatt begyulladt elektromos vezetékek a hatékony tűzoltás miatt nem terjesztették a tüzet a felsőbb szintekre. Egy késői, pl. hajnali tűz azonban sokkal hosszabb ideig maradhat észrevétlenül, ezidő alatt az égés a kábeleken a födémek tűzgátló tömítés nélküli áttörésein át elterjedhet (lásd 20 sz. kép).

A PVC alapú elektromos kábelszigetelő anyagok égése okozta jelentős klórgáz, illetve sósav képződés miatt a lépcsőházban a menekülés még hatékony szellőztetés mellett is életveszélyes, ezért a terjedésének a megállítása különös fontossággal bír. Előírt és egyben célszerű is a kábelek teljes kiépítése után minősített tűzgátló tömítőanyaggal, szerkezettel a födémek vonalában a védelmet kiépíteni és azokat megbontás után haladéktalanul pótolni.

6.3.8. Menekülési útvonalon éghető falburkolatok alkalmazása

Jelenleg az épület földszintjén – vélhetően esztétikai okok miatt – a lépcsőházi előtérben a fal teljes magasságában PVC burkolt van beépítve, amelyből helyenként a fali világítótest elektromos vezetéke áll ki (lásd 19 sz. kép). Ennek a falnak elektromos hiba vagy akár egy gyújtogatás miatti felgyújtása ugyanúgy teljesen megakadályozná a lépcsőházon át való menekülést (lásd az előző, 6.3.7. pontban leírtakat). A burkolat égése ugyanakkor elegendő hőt képez a csatlakozó lakásajtók meggyújtásához és átégetéséhez, ami a lakásokra való tűzátterjedést is okozhatja. A jelenleg érvényben lévő előírások szerint az éghető burkolatot haladéktalanul el kellene távolítani.

Kelt Budapest, 2007. április 13.

I. MELLÉKLET

Áramlástan szimuláció leírása és eredményei

A. A vizsgálati módszer

A vizsgálati módszerben numerikus szimulációt alkalmaztunk. Az alkalmazott CFD modell rövid összefoglalása:

A sebességmezőt két-dimenziós esetben oldottuk meg, a mozgásegyenlet felhasználásával, melynek differenciális alakja a következő:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v v) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w v) = -\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu_t \frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_t \frac{\partial w}{\partial z}\right)$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho w) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v w) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w w) = -\frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial y}\left(\mu_t \frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_t \frac{\partial w}{\partial z}\right)$$

A mozgásegyenlet két iránya között a folytonossági tétel teremt kapcsolatot, melynek differenciális alakja a következő:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w) = 0$$

A térben fellépő turbulencia modellezésére a K-ε modellt használtuk, melyben a turbulens viszkozitására a következő egyenlettel modellezhető:

$$\nu_t = C_\mu k^2 / \varepsilon$$

az egyenletben szereplő disszipációs munkát a következő differenciál egyenlettel számoltuk (ε):

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho \varepsilon) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v \varepsilon) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial y}\left(\Gamma_\varepsilon \frac{\partial \varepsilon}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\Gamma_\varepsilon \frac{\partial \varepsilon}{\partial z}\right) + C_1 \frac{\varepsilon}{k} \mu_t \left\{ 2 \left[\left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 \right] + \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \right\} - C_2 \rho \frac{\varepsilon^2}{k}$$

A mozgási energiát a

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho k) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v k) + \frac{\partial}{\partial z}(\rho w k) = \frac{\partial}{\partial y}\left(\Gamma_k \frac{\partial k}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\Gamma_k \frac{\partial k}{\partial z}\right) + \mu_t \left\{ 2 \left[\left(\frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial z} \right)^2 \right] + \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \right\} - C_\mu \rho \frac{k^{1.5}}{L}$$

a differenciál egyenlettel modelleztük. Anizoterm esetekben a fenti egyenletek kiegészülnek hővezetés általános differenciálegyenletével melyet az alábbi összefüggés ír le:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \mathbf{a} \times \nabla^2 + \frac{\mathbf{q}_v}{\rho \times \mathbf{c}}$$

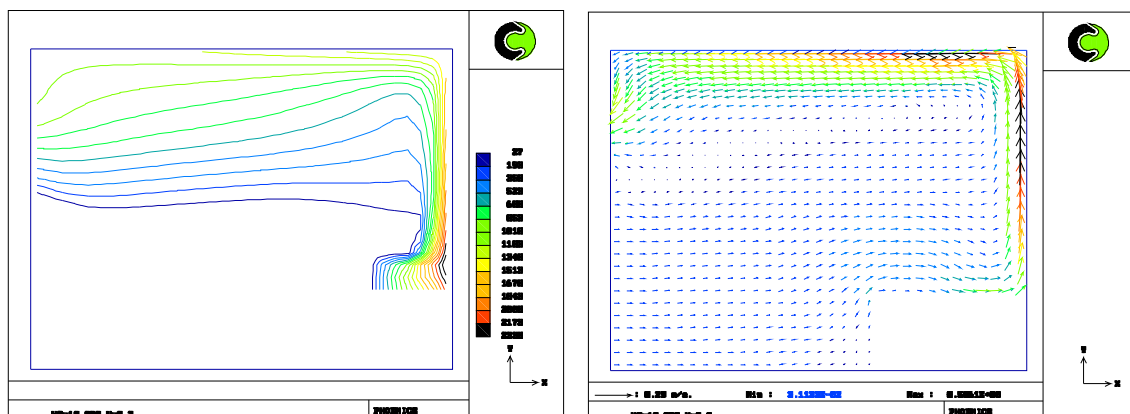
ahol: t	hőmérséklet
τ	idő
a	hőfokvezetési tényező
ρ	sűrűség
c	fajhő
qv	hőforrás

A differenciálegyenleteket az EASY FLOW programmal oldottuk meg. A grafikus feldolgozást PHOTON programmal végeztük.

B. A vizsgálati modell:

A vizsgálati modell grafikus feldolgozásához az EARTH nevű programot használtuk.

A vizsgálat értékelő feldolgozásához a sebesség vektorainak térbeli eloszlását, illetve a hőmérséklet állandó vonalakat ábrázoltuk:

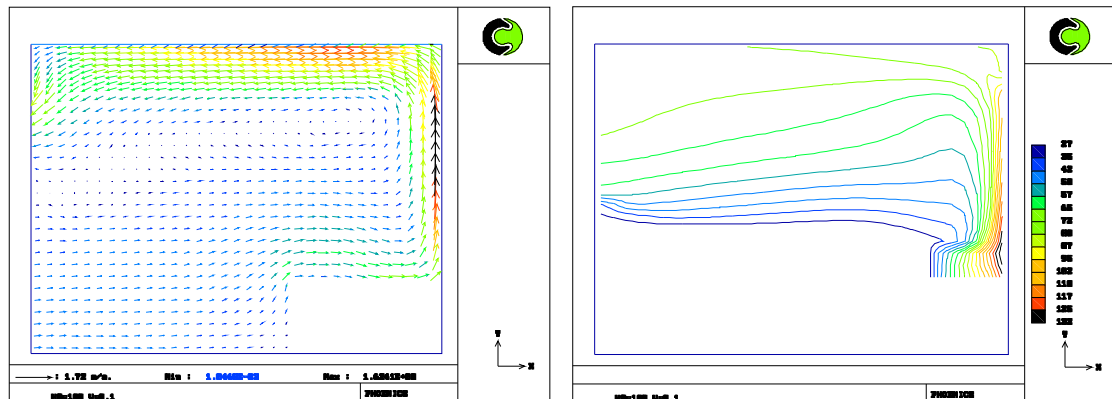


C. A szimulációs vizsgálatok eredményei:

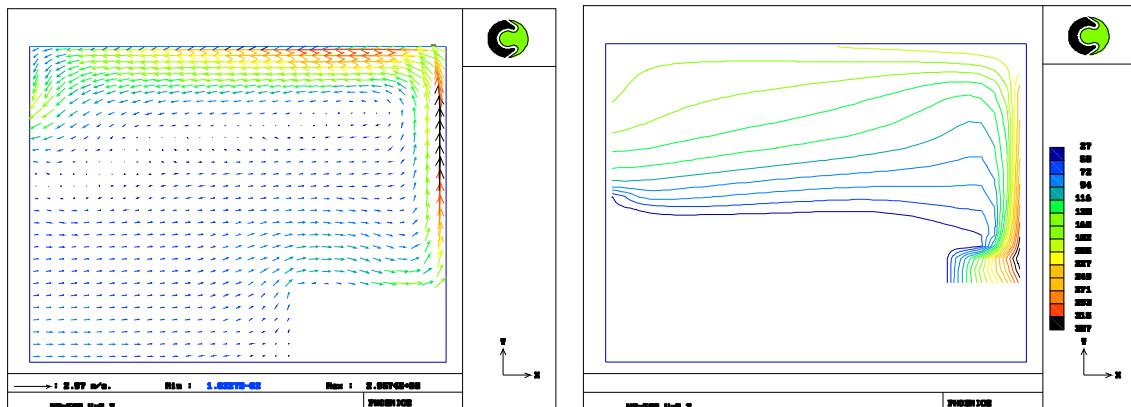
A szimulációs vizsgálat célja annak megállapítása volt, hogy az elszívónyílás közvetlen közelében milyen hő- és áramlási viszonyok alakulnak ki abban az esetben, ha légcsatornát burkoló fal közelében elhelyezett tűzhely felületén számottevő hőfelszabadulás keletkezik. A vizsgálatához a főzőfülke kétdimenziós geometriáját dolgoztuk fel. A hő- és áramlási viszonyokat két változó mentén vizsgáltuk:

1. A térfogategységre vonatkoztatott hőfelszabadulást változtattuk $100-10\ 000\ \text{W/m}^3$ között. Ahol a 100W/m^3 a normál használati mód nagyságrendje, a $10\ 000\ \text{W/m}^3$ az esetlegesen keletkező tűz konvektív hőjének nagyságrendje
2. Az elszívó nyílás homlokfelületén az elszívási sebességet változtattuk 0.1 és $2.0\ \text{m/s}$ között. Ahol a 0.1m/s a gravitációs sebesség nagyságrendje, 1m/s a gépi

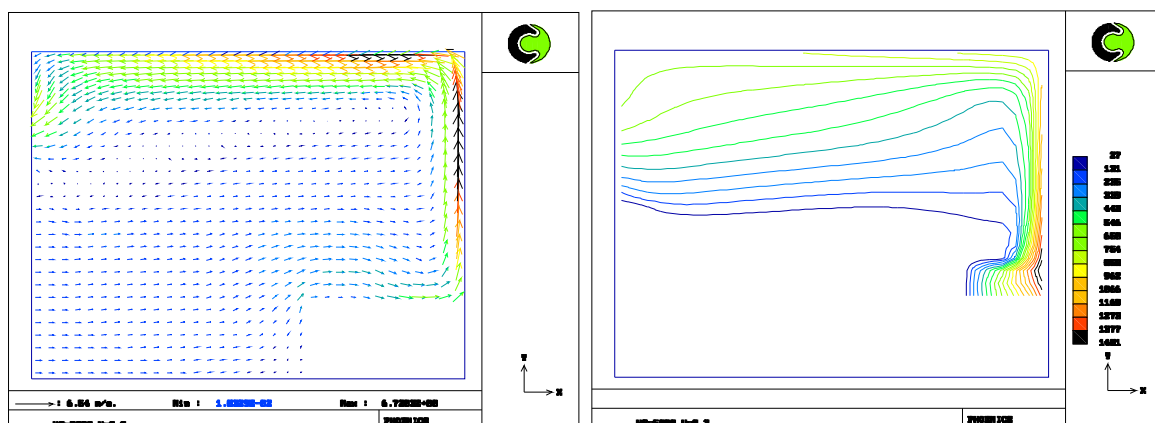
elszívás sebességének nagyságrendje, illetve a tűz felhajtóereje esetén az elszívás mértéke. 2m/s a ventilátor és a tűz együttes hatásának nagyságrendje



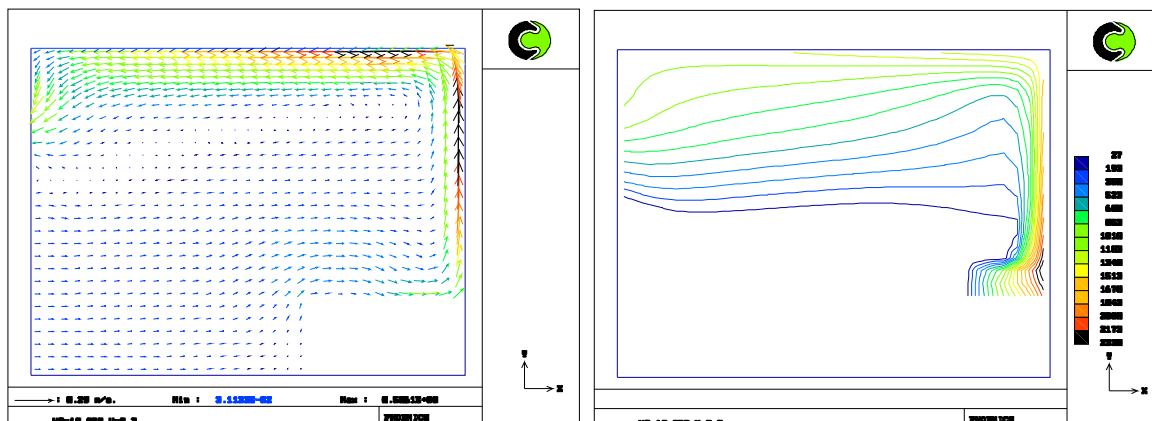
M1.C1. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 100W/m³ hőfelszabadulás és 0.1m/s elszívási sebesség esetén



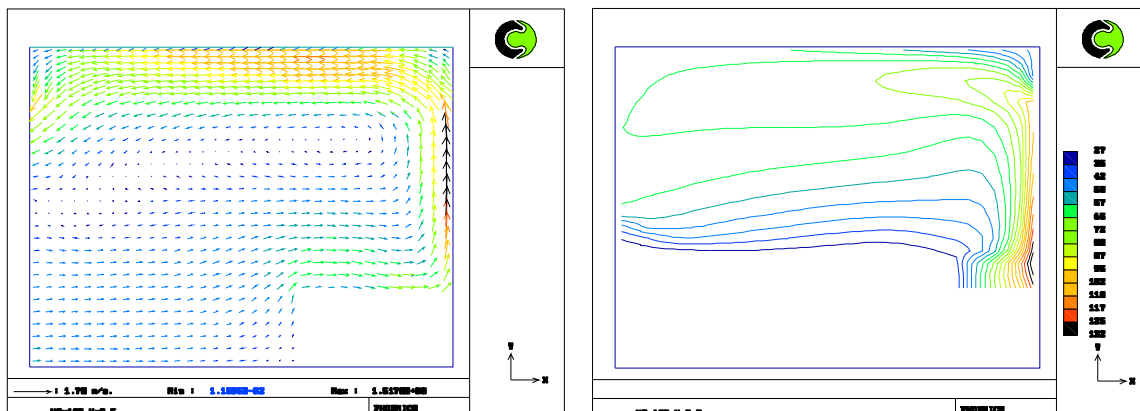
M1.C2. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 500W/m³ hőfelszabadulás és 0.2m/s elszívási sebesség esetén



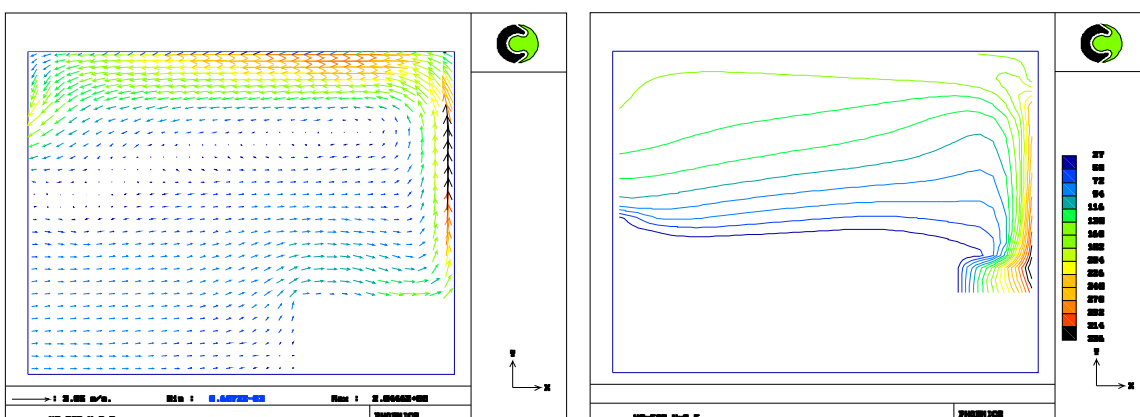
M1.C3. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 5 000W/m³ hőfelszabadulás és 0.2m/s elszívási sebesség esetén



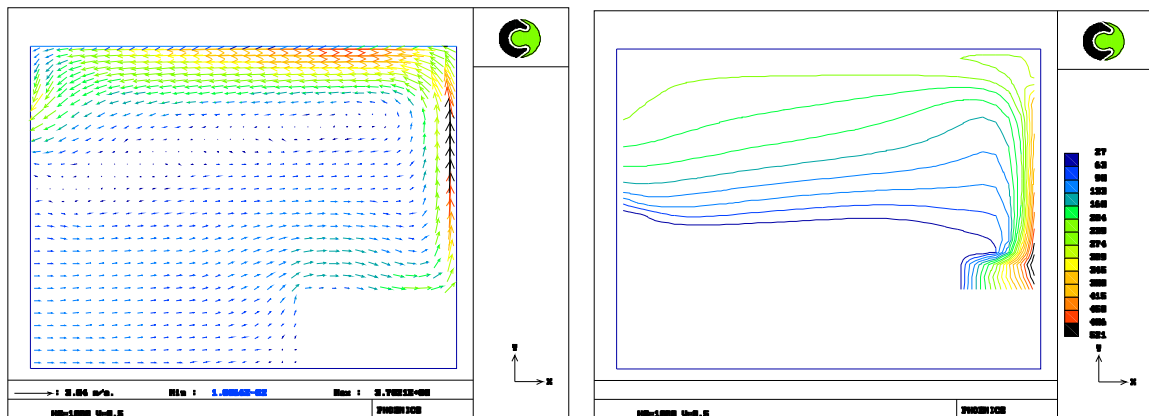
M1.C4. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 10 000W/m³ hőfelszabadulás és 0.2m/s elszívási sebesség esetén



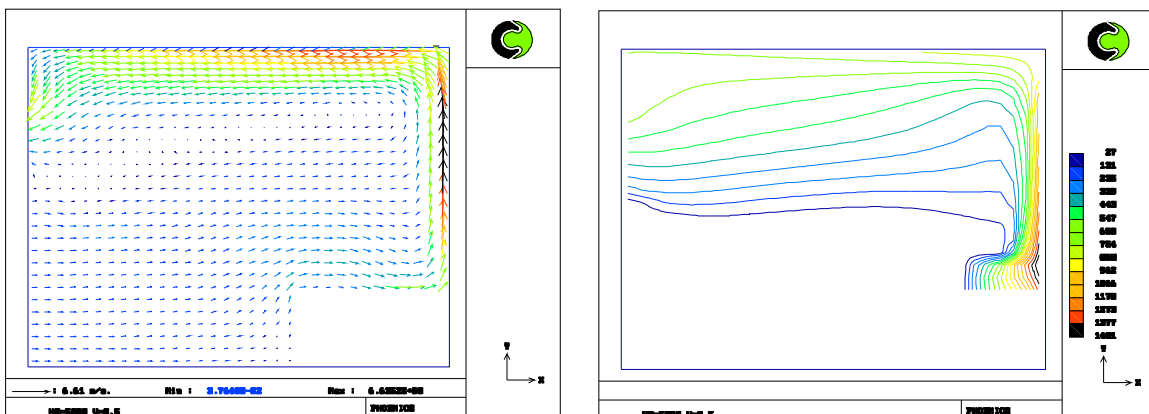
M1.C5. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 100W/m³ hőfelszabadulás és 0.5m/s elszívási sebesség esetén



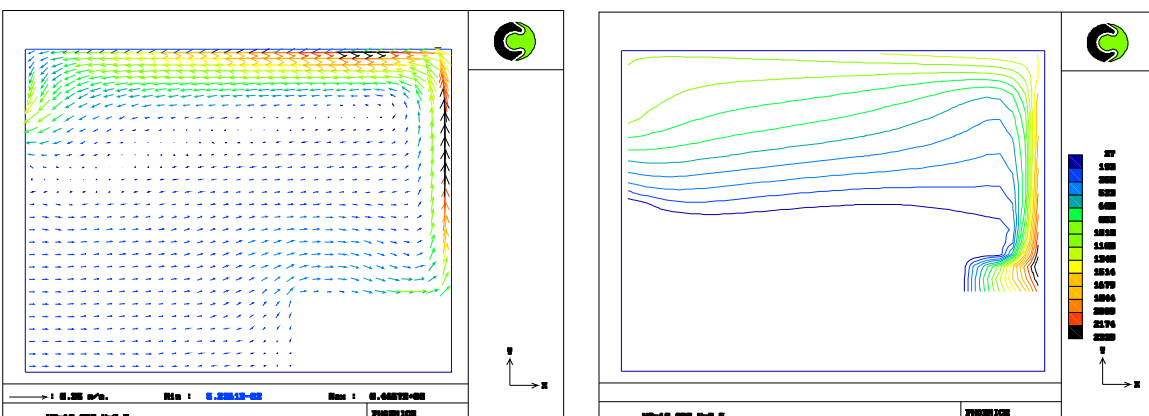
M1.C6. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 500W/m³ hőfelszabadulás és 0.5m/s elszívási sebesség esetén



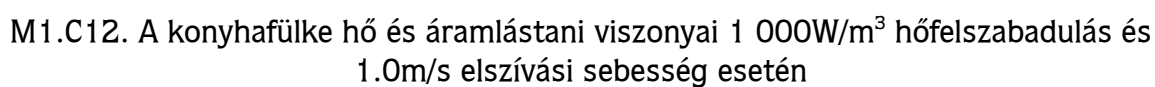
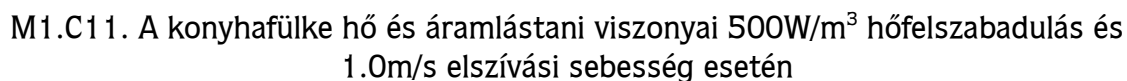
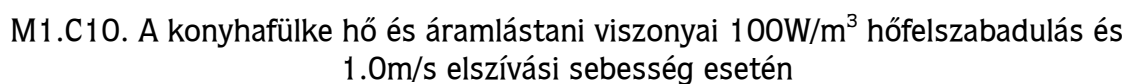
M1.C7. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 1 000W/m³ hőfelszabadulás és 0.5m/s elszívási sebesség esetén

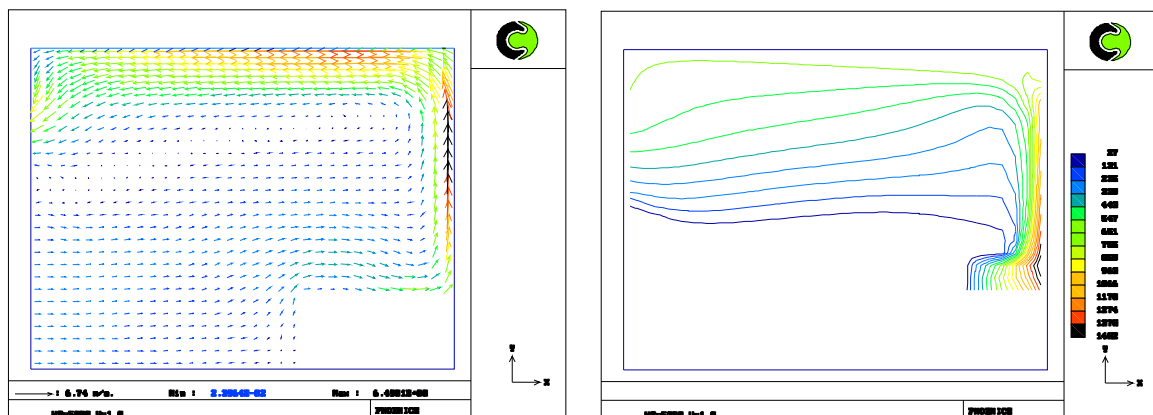


M1.C8. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 5 000W/m³ hőfelszabadulás és 0.5m/s elszívási sebesség esetén

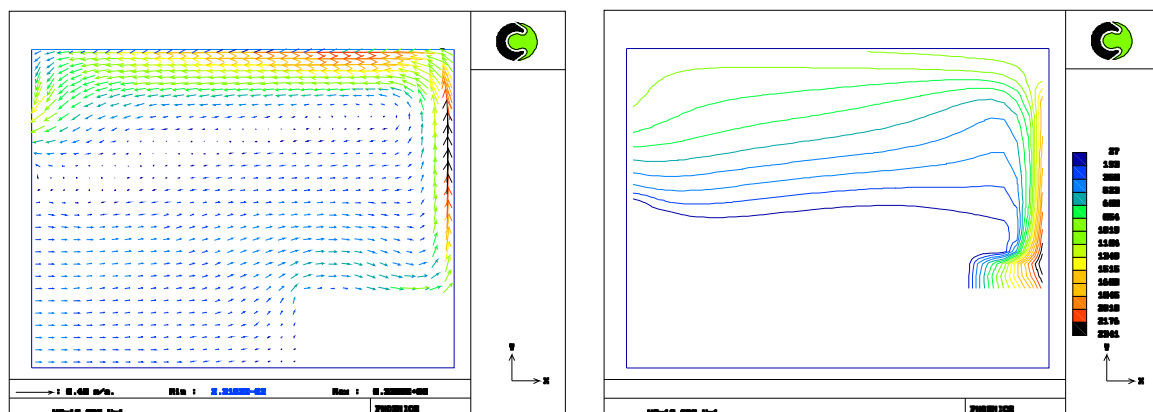


M1.C9. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 10 000W/m³ hőfelszabadulás és 0.5m/s elszívási sebesség esetén

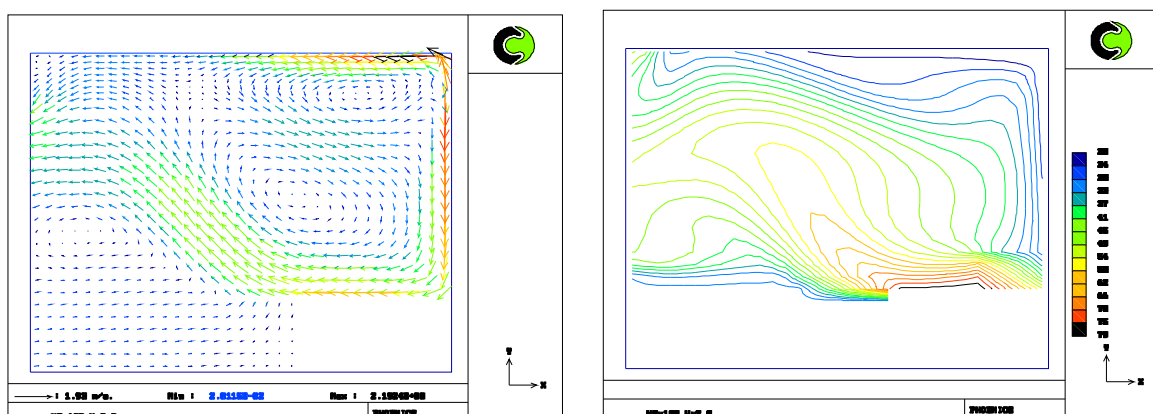




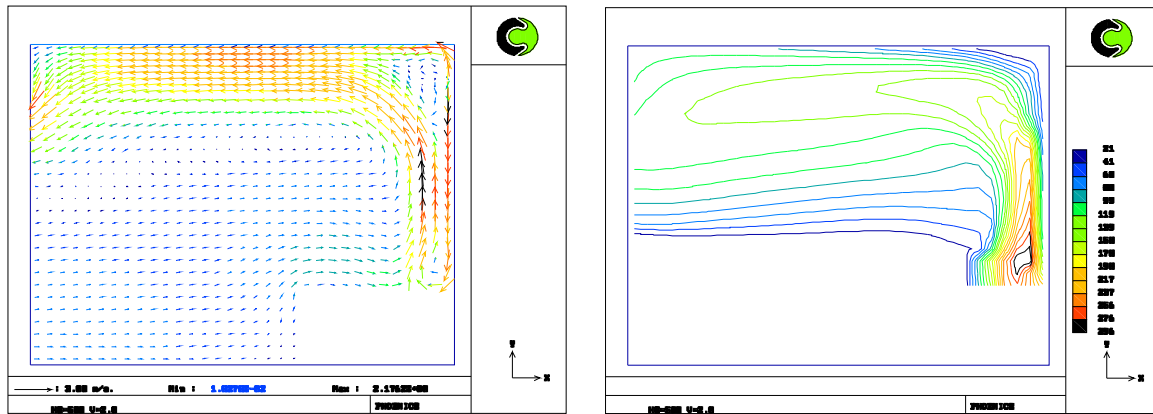
M1.C13. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 5 000W/m³ hőfelszabadulás és 1.0m/s elszívási sebesség esetén



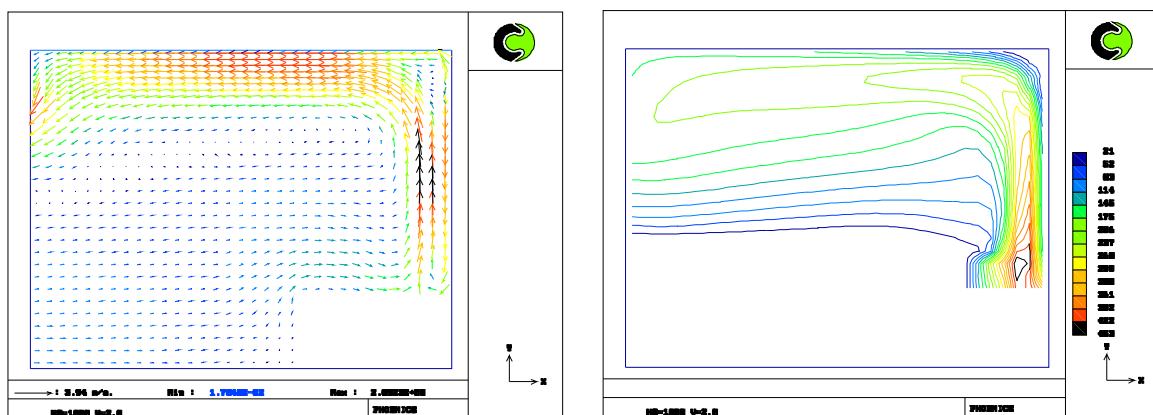
M1.C14. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 10 000W/m³ hőfelszabadulás és 1.0m/s elszívási sebesség esetén



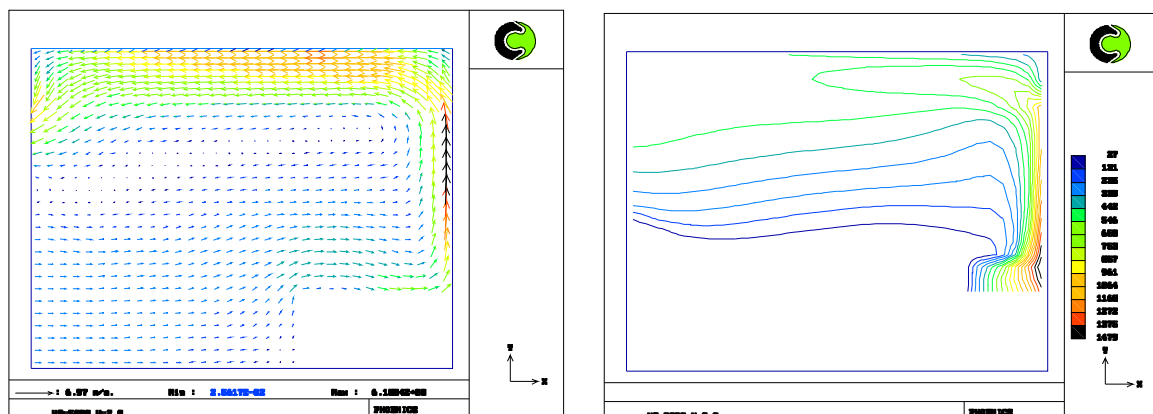
M1.C15. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 100W/m³ hőfelszabadulás és 2.0m/s elszívási sebesség esetén



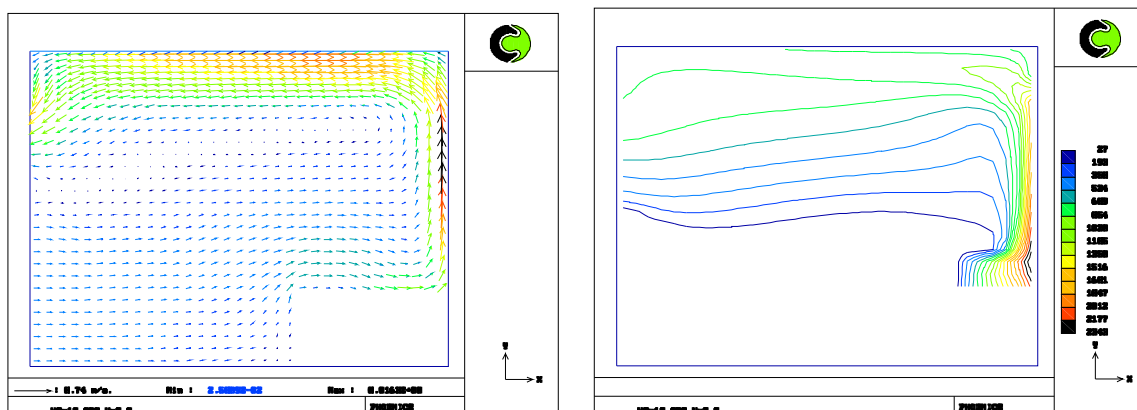
M1.C16. A konyhafülke hő és áramlástanai viszonyai 500W/m³ hőfelszabadulás és 2.0m/s elszívási sebesség esetén



M1.C17. A konyhafülke hő és áramlástanai viszonyai 1 000W/m³ hőfelszabadulás és 2.0m/s elszívási sebesség esetén



M1.C18. A konyhafülke hő és áramlástanai viszonyai 5 000W/m³ hőfelszabadulás és 2.0m/s elszívási sebesség esetén



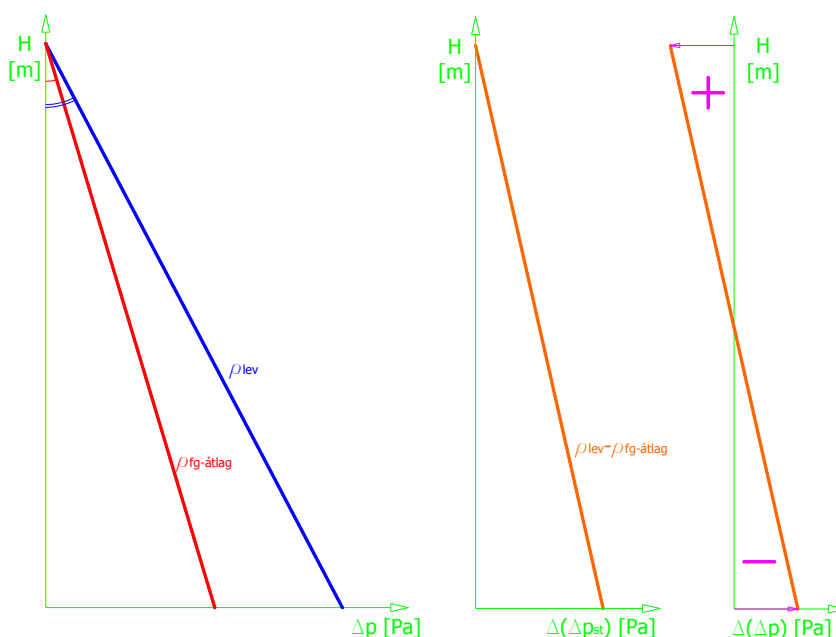
M1.C19. A konyhafülke hő és áramlási viszonyai 10 000W/m³ hőfelszabadulás és 2.0m/s elszívási sebesség esetén

A szimuláció eredményeiből levonható következtetések

A szimuláció eredményeiből látszik, hogy az elszívó szellőzés hatása a helyiség sebességeloszlására csak kis hőfelszabadulás (100W/m³ tartománya), tehát normál használat esetén mutatható ki. A tűz hőfelszabadulásának nagyságrendjében csak a tűz által keltett gravitációs erő dominál. A légcsatorna burkolat mellett elhelyezett elektromos főzőlap közelében keletkezett hő gravitációs légáramot indít el a főzőfülke és a lakás között. A gravitációs légáramlatra az elszívó szellőzésnek nincs számottevő hatása. A lakás légtere és a főzőfülke között keletkező légáram nekiszorítja a feláramló meleg levegőt a légcsatorna burkolatának. A geometriai korlátok okán keletkező helyi depresszió miatt az áramló levegő nem tud leszakadni a felületről (Koanda hatás). Ezért a fal mentén meleg feláramlás keletkezik, mely meleg feláramlás intenzív hőt szállít a mennyezet felé. Az intenzív hőáram épp a légcsatorna elszívó nyílásának közelében halad el. A gravitációs huzathatás illetve a működő ventilátor által keltett depresszió a meleg légáram egy részét beszívja a légcsatornába.

D. A gravitációs üzem vizsgálata:

A gravitációs levegő elvezető nyílások az oldalfalon függőlegesen helyezkednek el, a szellőzővezeték gravitációs kitorkollása a tetőn kívül a ventilátor alatt található. A legalsó szint levegő bevezetése és a kitorkollás között 29 m a hatásos huzatmagasság. A gravitációs huzatot a következő elvek szerint számoljuk:



A fenti diagram az épületen belüli a hőfelszabadulás miatt keletkezett melegebb levegő és az épületet körülvevő levegő magasság szerinti sűrűség változását írja le. Mivel az épületen belül a keletkezett hő melegíti a levegőt, így az épületen belüli levegő egyenese a magasság függvényében meredekebben halad. A középső ábra két görbe különbségét ábrázolja, amely a statikus huzat. A jobboldali ábrán az épület és a környezete közötti nyomásviszonyok láthatók megindult levegőmozgás esetén. A hatásos huzatot a fentiek alapján, illetve a statika alaptörvényét alkalmazva, a következő összefüggés írja le:

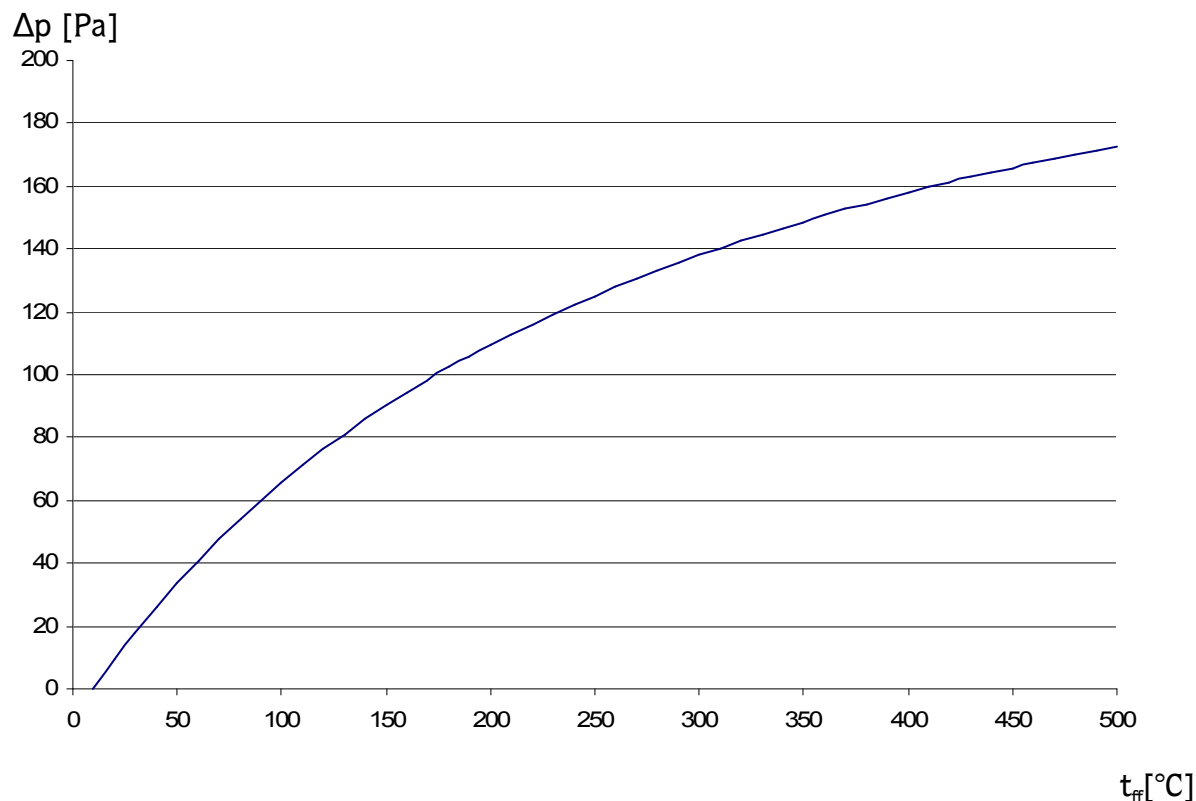
$$\Delta(\Delta p)_{\text{statikus}} = \Delta p_{\text{huzat}} = (\rho_{\text{levegő}} - \rho_{\text{ff}})gH$$

A levegőt ideális gáznak tekintve, a hatásos huzatra a következő összefüggés adódik:

$$\Delta p_{\text{huzat}} = \left(\frac{T_0}{T_0 + t_{\text{lev}}} - \frac{T_0}{T_0 + t_{\text{ff}}} \right) gH$$

Az egyenletben T_0 – az abszolút hőmérséklet (273.15 °C). t_{lev} a környezeti levegő hőmérséklete, t_{ff} a főzőfűlke elszívó nyílásába belépő a légcsatornából kilépő levegő közepes hőmérséklete, H levegő bevezető és elvezető nyílások közötti függőleges

magasságkülönbség. Az összefüggésből látszik, hogy a nyílások közötti magasságkülönbség, a melegebb helyiség levegő, illetve az alacsonyabb környezeti levegő növeli a hatásos huzatot. A légcsatornában keletkező statikus nyomásnövekedést a csatornában haladó levegő hőmérsékletének függvényében a következő diagramban foglaltuk össze:



A statikus nyomásnövekedést $\Delta p [\text{Pa}]$ a csatornában haladó levegő hőmérsékletének $t_{ri} [^{\circ}\text{C}]$ függvényében 29m hatásos magasság és 10°C környezeti hőmérséklet esetén

A beépített ventilátor által keltett depresszió a névleges térfogatszállításnál 100Pa volt. A diagramból kiolvasható, hogy 100Pa gravitációt 175°C átlagos légcsatorna hőmérséklet esetén kapunk. Figyelembe véve a numerikus szimuláció eredményeit, mely szerint az elszívó nyílás előtt halad a meleg levegő, a gépi elszívás működése nélkül is már a tűz kezdeti szakaszában kialakul elegendő gravitációs nyomáskülönbség, amely a forró levegőt a légcsatornába hajtja.

II. MELLÉKLET

A helyszínen készült és a szakértői véleményben hivatkozott fényképek



1. A déli homlokzat összképe tűzoltás közben
(fotó: Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság)



2. A Fényesudvar 6. sz. alatti lépcsőház földszint 2 sz. lakás konyhája, a tűzhellyel és a szagelszívó akna éghető burkolatával, amely elsőként gyulladt meg
(fotó: Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság)



3. A IX. emeleti konyha belső képe, a jórészt épen maradt aknaburkolattal
(fotó: Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság)



4. A konyhai gépészeti akna képe
(fotó: Takács Lajos Gábor)



5. A fürdőszobai akna belső képe...
(fotó: Takács Lajos Gábor)



6...és határoló szerkezetei
(fotó: Takács Lajos Gábor)



7. A konyhai szagelszívó mellékcsatornás gyűjtőcsövének közelképe...
(fotó: Szikra Csaba)



8... és a Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság
által lefoglalt darabjai a laktanya raktárában
(fotó: Szikra Csaba)



9. A Fényesudvar 6. sz. lépcsőház VIII emelet 34 sz. lakásának bejárati ajtaja
(fotó: Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság)



10. A Fényesudvar 6. sz. lépcsőház VIII emelet 34 sz. lakásából
a félszobából az előszoba felé készült fénykép
(fotó: Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság)



11. A Fényesudvar 6. sz. lépcsőház IV. emelet 18 sz. lakásának konyhája a szagelszívóval
(fotó: Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság)



12. A Fényesudvar 6. sz. lépcsőház IV. emelet 18 sz. lakás bejárati ajtaja (jobbra)
(fotó: Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság)



13. Az elektromos felszállók belső képe a födémek síkjában készült kibetonozással
(fotó: Takács Lajos Gábor)



14. A Fényesudvar 6. sz. alatti lépcsőház VI. emelet 26 sz. lakás bejárati ajtaja (jobbra)
(fotó: Debreceni Hivatásos Önkormányzati Tűzoltóparancsnokság)



15. A X. emelet 42 sz. lakás félszobája fölötti attika hőszigetelésének károsodása
(fotó: Takács Lajos Gábor)



16. A hő- és füstelvezető ablak
(fotó: Takács Lajos Gábor)



17. A hő- és füstelvezető ablak nyitószervezete
(fotó: Takács Lajos Gábor)



18. A szellőztető berendezés gravitációs elvezető nyílása a fix zsaluval
(fotó: Takács Lajos Gábor)



19. Éghető falburkolat alkalmazása a lépcsőház földszintjén
(fotó: Király András)



20. Elektromos vezetékháttörés a pincszinti födémen
(fotó: Király András)



21. A pincszinti tárolók közötti folyosó, háttérben a szomszéd fogatba vezető ajtó, fölötte térelhatárolás (így tűzállósági határérték) nélküli gépészeti vezetékháttörésekkel
(fotó: Takács Lajos Gábor)