



„Egy szakkönyvet tart a kezében, amely a tűzvizsgálattal foglalkozók, illetve a téma iránt érdeklődők részére készült.

Célunk az volt, hogy a jelenleg rendelkezésre álló empirikus és tudományos módszerek segítségével feltérképezzük a lehetséges gyújtóforrásokat, tűzkeletkezési okokat. Majd ezeket a.....”



ALKALMAZOTT TŰZVIZSGÁLAT



ALKALMAZOTT TŰZVIZSGÁLAT



Kereskedelmi forgalomba
nem hozható!



Kiadva: A Magyar Rendvédelmi Kar
és a Budapesti Tűzoltó Szövetség
támogatásával.

Alkalmazott Tűzvizsgálat



2014.

Írta és szerkesztette:

1. fejezet: Nagy László Zoltán tű. őrnagy
 2. fejezet: Érces Gergő tű. hadnagy
 3. fejezet: Kiss Péter tű. szds, Márton Ferenc tűzvédelmi mérnök, Nagy László Zoltán tű. őrgy.
 4. fejezet: Nagy László Zoltán tű. őrnagy
 5. fejezet: Kiss Róbert tű. százados
 6. fejezet: Király András tűzvizsgálati szakértő
 7. fejezet: Hajósi Péter tű. hadnagy
 8. fejezet: Nagy László Zoltán tű. őrnagy
 9. fejezet: Szilágyi Csaba tűzvédelmi mérnök

Lektorálta:

Dr. Bérczi László tű. dandártábornok
 Dr. Kányó Ferenc tű. alezredes

Szakmai bíráló bizottság:

Halasy Jenő ny. tű. ezredes
 Fentor László tű. alezredes

Forrásanyag:

Magyarország, Katasztrófavédelmi Szervei és önálló kutatómunka

Nyomdai előkészítés:

Nagy László Zoltán tű. őrnagy

Kiadta:

FKI - Fővárosi Főfelügyelőség
 Magyar Rendvédelmi Kar
 Budapesti Tűzoltó Szövetség



I Gyűjtőforrások elemzése	10
Forró felületek.....	14
Lángok és forró gázok.....	15
Mechanikai eredetű szikrák	21
Villamos gyártmányok	23
Villamos kiegyenlítő áram (kóboráram), katódos korrózióvédelem	36
Sztatikus elektromosság	38
Villámcsapás	40
Rádiófrekvenciás (RF) elektromágneses hullámok	43
Elektromágneses hullámok	45
Ionizáló sugárzás	47
Ultrahang	49
Adiabatikus kompresszió és lökeshullámok	50
Exoterm reakciók, beleértve a porok öngyulladását	52
II Otthonjellegű létesítmények tűzvizsgálata	58
Az iparosított technológiával kialakított szerkezeti rendszer jellemzői	102
A tűz fejlődésének elsődleges folyamatai	106
Zárttéri tűz fejlődése	108
A tűz hőmérséklete és az égés ideje (befolyásoló tényezők)	112
Tűzvédelmi hiányosságok, hibás megoldások panel épületek esetében	114
Teherhordó és térelhatároló szerkezetek	115
Szakiipari szerkezetek	117
Tűzszakaszok, tűzgátló szerkezetek	118
Hő és füstelvezetés	120
Épületvillamossági rendszerek	120
Használati szabálytalanságok	120
Az épülettüzek során keletkező jellegzetes elváltozások, égésmintázatok	131
Tűzmintázatok, égésnyomok geometriája	132
Fa tetőszerkezetben történő tűzterjedés	156
Tetősíki tűzterjedés	160
Tetőtérben, padlástérben keletkező tűz terjedése	161

Ereszmenti tűzterjedés	162
A tűz terjedésének megakadályozása	163
III Járművek tüzeinek vizsgálata	166
Személygépjárművek tüzeinek vizsgálata	167
Autóbuszok tüzeinek vizsgálata	192
Egyéb (kötött pályás-, vízi-, légi) járművek tüzeinek vizsgálata	198
Gyakorlati példák	216
IV Szabadtéri tüzesetek vizsgálata	235
A Magyarországi erdő- és vegetációtüzek csoportosítása.....	236
Az erdő- és vegetációtüzeknél azonosítható égésnyomok	241
Gyakorlati példa	246
A meteorológia alkalmazási lehetőségei az erdő- és vegetációtüzek elleni védekezésben	253
Egyes területek értékelése vegetációtűz kockázati szempontból	254
Időjárás indexek és tűzkockázati értékelő rendszerek	255
Erdőtérkép alkalmazása a tűzvizsgálat során	258
V Villamos gyártmányok, és villamos hálózatok vizsgálata, az elektromos hibahelyek azonosítása a tűzvizsgálat során	262
A villamos áram gyújtóhatásának vizsgálata	264
Az elektromos hibahelyek azonosítása	276
A hibahelyek keresésének módszere	278
A tűzkeletkezés okára vonatkozó verziók felállítása	282
Verziók ellenőrzése a bizonyítékok, adatok, információk segítségével	282
Az eredmények és bizonyítékok értékelése	283
Szakértői vizsgálatok a tűzvizsgálatban	283
Összegzés:	287
VI Tűzvizsgálat a szakértő szemével	289
A vizsgálatban érdekelt felek	289
A tűzvizsgáló	290
A megrendelők és a szakértő viszonya	291
Az első szemle előtti teendők	293

A helyszíni szemle	293
A vizsgálat eszközei	297
A bűncselekmények kezelése	299
Helyszíni szemle nélküli vizsgálatok	300
A szakértő és a hatóság együttműködése	300
Az iratok feldolgozása	301
A szakértői anyag leadása, utóélete	302
A szakértő díjazása.....	303
Összefoglalás	304
VII Tűzfészek-kereső kutya alkalmazása a tűzvizsgálat során	305
VIIITűzokozással kapcsolatos bűncselekmények	310
Emberölés (Btk 166 §)	310
Testi sértés (Btk 164 §)	311
Foglalkozás körében elkövetett veszélyeztetés (Btk 165§)	312
Segítségnyújtás elmulasztása (Btk 166 §)	313
Kiskorú veszélyeztetése (Btk 208 §).....	313
Közveszélyokozás (Btk 322 §)	314
Közérdekű üzem működésének megzavarása (Btk 323 §)	316
Környezetkárosítás (Btk 241 §)	317
Természetkárosítás (Btk 242 §)	317
Állatkínzás (Btk 244 §)	318
Műemlék vagy védett kulturális javak megrongálása (Btk 357 §)	318
Rongálás (Btk 371 §)	319
IX Tűzmodellezés	321
1 Matematikai tűzmodell alkalmazása a tűzvizsgálatban	321
A modell el méleti megfontolásai, komponensei	321
Az FDS eredményeinek használhatósága	322
A tüzeset leírása	322
A modellezés kiindulás feltételei	324
A modellezés eredményei	327
Következtetések	330

2	Tűzvizsgálat számítógépes támogatással	332
	A tüzeset leírása	332
	A modell.....	333
	Vizsgalat	335
	Összefoglalás	340
Mellékletek		341
	Szilárd éghető anyagok gyulladási hőmérséklete	341
	Mezőgazdasági termékek gyulladási hőmérséklete	342
	Műanyagféleségek gyulladási hőmérséklete	343
	Textilféleségek gyulladási hőmérséklete	344
	Vetőmagok gyulladási hőmérséklete	344
	Söripari termékek gyulladási hőmérséklete	345
	Húsipari termékek és egyéb anyagok gyulladási hőmérséklete	345
	Élelmiszeripari tűzterhelés számítási adatgyűjteménye	347
	Mezőgazdasági termények, alapanyagok és késztermékek, gyulladási hőmérséklete	350
	Növényolajipari és Mosószergyártó Vállalat adatai	351
	Kriminálisztikai fényképfelvételek fajtái	352
	Kriminálisztikai fényképfelvételei módszerek	355

Bevezető

Tisztelt Olvasó!

Az évszázadok során számtalan tűzvész hívta fel a figyelmet arra, hogy a tűz ellen védekezni kell. Mert ha nem tesszük, emberek testi épsége, sokszor élete, az anyagi javak biztonsága, néha egész települések, nemzetek fejlődése kerülhet veszélybe.

Egyes történészek véleménye szerint a történelem a háborúk története. Ezt elfogadva, kijelenthető, hogy a tűz elleni védekezés a tűzvések története.

Természetesen az analógia, a hasonlóság azon a ponton megszűnik, hogy míg a háborúkból – mindeddig- nem sokat tanult ez emberiség, a tűzvések eredményeként újra és újra átgondolták és fejlesztették a tűz elleni védekezés eszköztárát.

Egy szakkönyvet tart a kezében, amely tűzvizsgálattal foglalkozók, illetve a téma iránt érdeklődők részére készült.

Célunk az volt, hogy a jelenleg rendelkezésre álló empirikus és tudományos módszerek segítségével feltérképezzük a lehetséges gyűjtőforrásokat, tűzkeletkezési okokat. Majd ezeket a gyakorlatban előforduló tűzvizsgálatok eredményivel összevetve próbáljuk egy speciális szemlélet elsajátításához segítséget nyújtani.

A könyv szerzői önálló tanulmányok, résztanulmányok készítésével a tűzvédelem, és azon belül elsősorban a tűzvizsgálat különböző szegmenseit vették górcső alá. Ezek képezik a könyv önálló fejezeteit, melyek önmagukban is jól értelmezhetőek.

Minden fejezet egy önálló kutatás eredménye. Ily módon a fejezetek sorrendjének meghatározása tisztán önkényes szempont alapján történt, melyért a könyv összeállítóját terheli a felelősség.

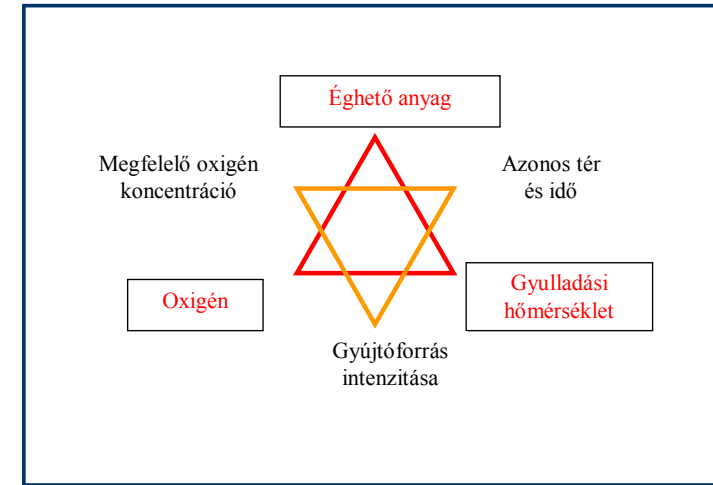
Remélhetőleg az, aki vállalja, hogy könyv egyes – esetleg valamennyi fejezetét végigolvassa, új, a gyakorlatban is használható ismeretekkel bővíti tudását.

Ehhez kívánunk türelmet, kitartást, és elfogulatlan vizsgáldást.

I. Gyújtóforrások elemzése



A tűzvédelmemben nincs olyan egzakt meghatározás, amely egyértelműen definiálná a gyújtóforrás fogalmát. Ebből a szempontból általában az égés egyik feltételének tekinthető.



1. számú ábra: Az égés feltételei.

A tűzvizsgálatban a gyújtóforrás gyújtási képességét, általában az éghető anyag (gáz, gőz, folyadék, szilárd anyag vagy ezek keveréke) éghetőségével¹, gyulladási hőmérsékletével² vetjük össze. Ezek alapján határozzuk meg azokat a potenciális gyújtóforrásokat, amelyek alkalmasak lehetnek az égési folyamat iniciálására.

Tekintettel a fentiekre tűzvizsgálati szempontból, a **gyújtóforrás** az alábbiak szerint definiálható: **olyan fizikai, kémiai, illetve biológiai jelenség, folyamat, vagy állapotváltozás, amely alkalmas az égési folyamat beindítására.**

Az MSZ EN 1127-1:2000 szabvány, az alábbi 13 fő csoportra osztotta a különböző gyújtóforrásokat:

1. Forró felületek.
2. Lángok és forró gázok (beleértve a forró részecskéket).
3. Mechanikai eredetű szikrák.
4. Villamos gyártmányok.
5. Villamos kiegyenlítő áram (kóboráram), katódos korrózióvédelem.
6. Sztatikus elektromosság.
7. Villámcsapás.

¹ Éghetőség: az anyag azon tulajdonsága, ahogy megfelelő körülmények között az oxigénnel égési reakcióba lép, továbbá a tűzzel, illetve magas hőmérséklettel szembeni viselkedésének meghatározására szolgáló jellemző.

² Gyulladási hőmérséklet: az a legkisebb hőmérséklet, ahol a gáz-levegő vagy gőz-levegő keverék, avagy az anyagból felszabaduló gőzök és gázok gyulladása bekövetkezik.

8. Rádiófrekvenciás (RF) elektromágneses hullámok a 10^4 Hz – 3×10^{12} Hz frekvenciatartományban.
9. Elektromágneses hullámok a 3×10^{11} Hz - 3×10^{15} Hz frekvenciatartományban.
10. Ionizáló sugárzás.
11. Ultrahang.
12. Adiabaticus kompresszió és lökéshullámok.
13. Exoterm reakciók, beleértve a porok öngyulladását.

Ezek a kategóriák a mai napig jól használhatóak a gyújtóforrások elemzésére, ezért ennek mentén mutatom be a különféle gyújtóforrásokat.

Mielőtt erre rátérnék érdemes megvizsgálni, hogy milyen gyakran keletkezik tűz az egyes gyújtóforrások miatt.

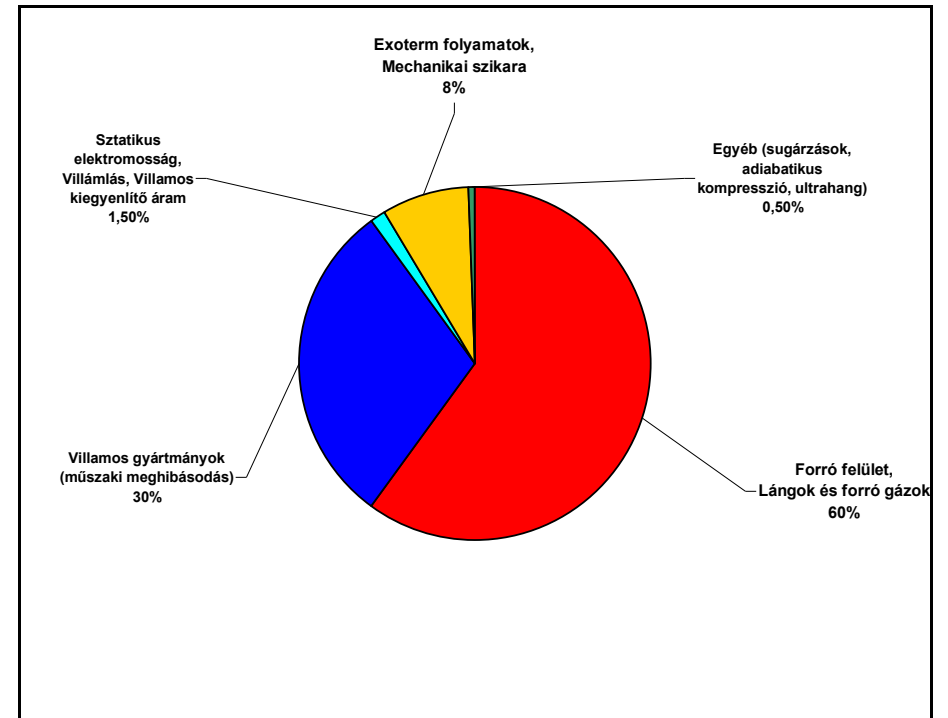
Hazánkban a tüzesetek kb. 20-25 %-a visszavezethető az ételkészítéssel (főzés, sütés, ételmelegítés) kapcsolatos tevékenységgel. A fűtési időszakban ugyanakkor jelentősen megemelkedik a tüzelő-, fűtő berendezésekkel kapcsolatos tüzek száma. A nyílt lángnak fontos szerepe van, a szándékos tűzokozás, a háztartási- és ipari jellegű égési folyamatok kialakulásában. Ugyancsak jelentős kockázattal bír a villamos energia gyújtóhatása is.

A legjelentősebb gyújtóforrások tehát a forró felületek, a lángok és forró gázok (beleértve a forró részecskéket) és a villamos gyártmányok.

Egy adott tűzkeletkezési ok több gyújtóforrás miatt is bekövetkezhet, ugyanakkor egy gyújtóforrás többféleképpen is előidézhethet tüzet. A keletkezési okok és a gyújtóforrások között ezért átfedések lehetnek.

(Pl.: A tüzelő- fűtő berendezés lehet szilárd-, olaj- vagy vegyes tüzelésű, gázüzemű, vagy működhet villamos árammal is. A nyílt láng származhat a tűzhely gázrőzsájától, gázüzemű berendezés őrlángjától, öngyújtótól, gyufától, gyertyától, mécsestől, lángvágótól stb.)

A lenti ábra ennek megfelelően mutatja be az egyes gyújtóforrások szerepét.



2. számú ábra: A gyújtóforrások tűzkeletkezés szerinti megoszlása.

Természetesen a fenti számadatokat csak, mint tájékoztató adatokat (trendeket) szabad figyelembe venni a tűzvizsgálat során. Hiszen a fentiek értelmében az ultrahang, a különféle sugárzások (rádiófrekvenciás-, elektromágneses-, ionizáló sugár), vagy az adiabaticus kompresszió miatti tűzkeletkezés elhanyagolhatónak tekinthető. Ennek ellenére adott körülmények között, ezek valamelyike lehet az egyetlen potenciális gyújtóforrás.

Forró felületek

A forró felület egyaránt alkalmas a robbanóképes közeg, a porrég vagy a szilárd éghető anyag meggyújtására is, amelyek a forró felülettel érintkezve további gyújtóforrásként hathatnak.

A forró felület gyújtóképessége a mindenkori anyag fajtájától és a levegővel alkotott keverékében lévő koncentrációjától függ. A gyújtóképesség a forró test hőmérsékletének emelkedésével és felületének növekedésével egyenesen arányos.

Az a hőmérséklet, amelyen a gyújtás bekövetkezik, függ a forró test méretétől és alakjától, a falfelület anyagától és a falfelület közvetlen környezetében lévő koncentráció-gradienstől. A robbanóképes gáz vagy gőzkeg, ezért a forró terek belsejében kisebb hőmérsékleten is meggyulladhat. Ugyanakkor az olyan forró testek, amelynek a felülete nem konkáv, hanem konvex, a gyújtáshoz nagyobb hőmérsékletet igényelnek. A legkisebb gyújtási hőmérséklet pedig — pl. golyók és csövek esetén — csökkenő átmérővel növekszik.



Hősugárzó berendezés

A forró felületek csoportosítása:

1. Üzemszerű működésből adódó forró felületek. Pl.: fűtő- és hőtermelő berendezések, szárítószekrények, különféle mechanikai folyamatok, gépi forgácsoló megmunkálás stb. Ezek használati jellegükből adódóan állandó, vagy időszakos jelleggel jelentkezhetnek potenciális gyújtóforrásként.
2. Nem üzemszerű működésből adódó forró felületek. Pl.: Súrlódásos tengelykapcsolók, mechanikus fékek, elégtelen kenés esetén a csapágyazások, tengelyátvezetések, tömítőperselyek stb. összes forgó része. A szűk házban mozgó részek, idegen testek vagy a tengely-csapágyazások beszorulása is vezethet olyan súrlódási folyamathoz, ami magas felületi hőmérsékletet eredményez rövid idő alatt. A csoport közös jellemzője, hogy üzemzavar, műszaki meghibásodás, vagy egyéb rendellenes körülmény miatt jelentkezik a gyújtási hatás.

Lángok és forró gázok

A lángok elsősorban az 1000 °C-nál nagyobb hőmérsékletű égési folyamatokhoz kapcsolódnak.

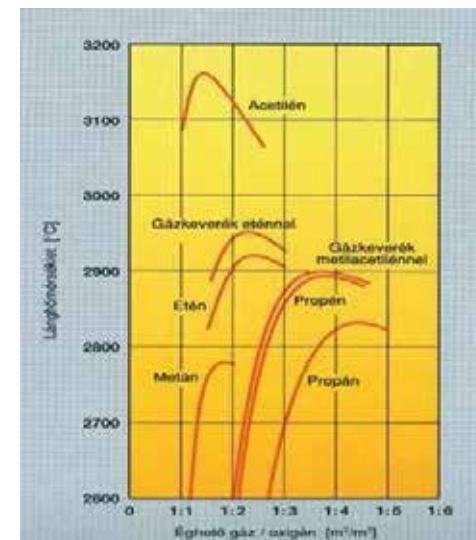
A lakóépületben gyakoriak — főleg halottak napja, advent és karácsony idején — a gyertya, vagy a méces lángja miatti kialakuló tüzek.



Gyertyaláng

A gyertya égése során közvetlenül az égő kanóc fölött alakul ki a láng sötét magja. A láng felső része fényes, sárga, alja világoskék. A sötét mag alacsony hőmérsékletű, 600 °C-os, a sárga tartomány közepe körülbelül 1200 °C-os. A legmelegebb a sárga tartomány széle 1400 °C-os.

Ipari környezetben elsősorban a hegesztéskor és vágáskor fellépő hegesztési gyöngyök igen nagy felületű szikrák, amelyek emiatt a leghatásosabb gyújtóforrások közé tartoznak.



Különböző éghető gázok lánghőmérséklete

A lánghegesztés is — hasonlóan az ívhegesztéshez — ömlesztő hegesztési eljárás, csak itt nem a villamos ív, hanem a magas hőmérsékletű láng ömleszt meg az anyagot. A gyújtóforrásként

potenciális kockázatát növeli, hogy a berendezés mobil (könnyen szállítható, pl. egy gyár területén belül), nincs elektromos hálózathoz kötve (használható: pl. hálózat nélküli hűtvegi telken, építkezésnél stb.), továbbá hogy alkalmas számos ún. „lángos” feladat elvégzésére.



Láncgesztő berendezés

A láncgesztésnél használt gázok és berendezések, különböző hegesztőpisztolyokkal, kiegészítőkkel kombinálva, több célt is megvalósíthatnak. Ezek közül talán a leggyakrabban használt eljárás a lángvágás, amely a manapság egyre terjedő lézer, víz és egyéb pontosabb vágási eljárások mellett kezd háttérbe szorulni, de vannak helyzetek, ahol viszont nem pótolható, és bizonyos megkötések mellett kielégítő eredményt nyújt. A lángvágásnál használt hegesztőpisztoly abban különbözik az előbb tárgyaltaktól, hogy az acetilén és az égést tápláló oxigén mellett egy harmadik, önálló csatornát is magában foglal, az ún. vágó-oxigén számára.



Láncvágás

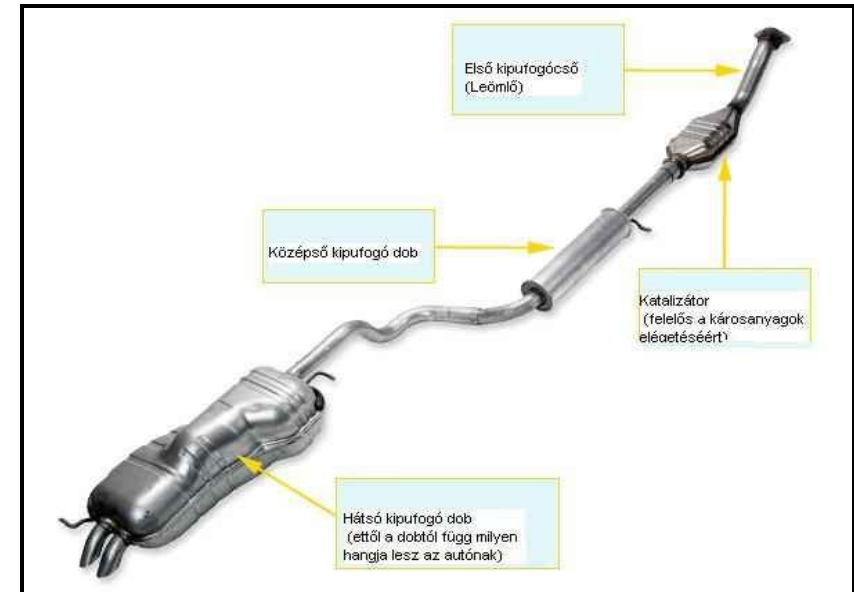
Ezen túl a hegesztőfejet körben apró furatokkal látják el, amelyen keresztül az acetilén-oxigén gázkeverék távozik, és hevíti az elvágandó fémét, hasonlóan a láncgesztéshez. A fej közepén pedig egy külön nyílás található a vágóoxigén számára mely egy kar vagy egy csap segítségével külön szabályozható.

Az eljárás lényegéből adódóan olyan fémek vágathók csak el, melyek oxidja alacsonyabb olvadáspontú, mint maga az alapfém. Így tehát pl. az acélok. Alumínium vágására viszont épp ezért nem használható. A hevítő lánggal a fémét izzásig hevítjük, majd ezután elzárjuk a hevítő lángot, és kinyitjuk a vágóoxigén csapját. A kiáramló oxigén folyamatosan oxidálja az anyagot, egyfajta önfennartó folyamatot végez, addig, amíg az anyag teljes keresztmetszetében át nem „égett”. A

lángvágás tehát nem egyenlő az anyag szétolvasztásával, hanem egy folyamatos oxidációs folyamat, amelynek eredménye egy viszonylag pontatlan vágásfelület. A keletkező ömledéket a vágó-oxigén nyomása fújja ki a vágási résből.

A gyakorlatban a forró gázok közül elsősorban a gépjárművek kipufogó rendszeréből és a háztartási vagy ipari kéményekből kiáramló forró égéstermék gázok jelentenek potenciális gyújtási veszélyt.

A kipufogógáz hőmérséklete több paramétertől, például a motor típusától, a gépkocsi tömegétől, a motor fordulatszámától, a terheléstől, a gyújtásbeállítástól, stb. függ.



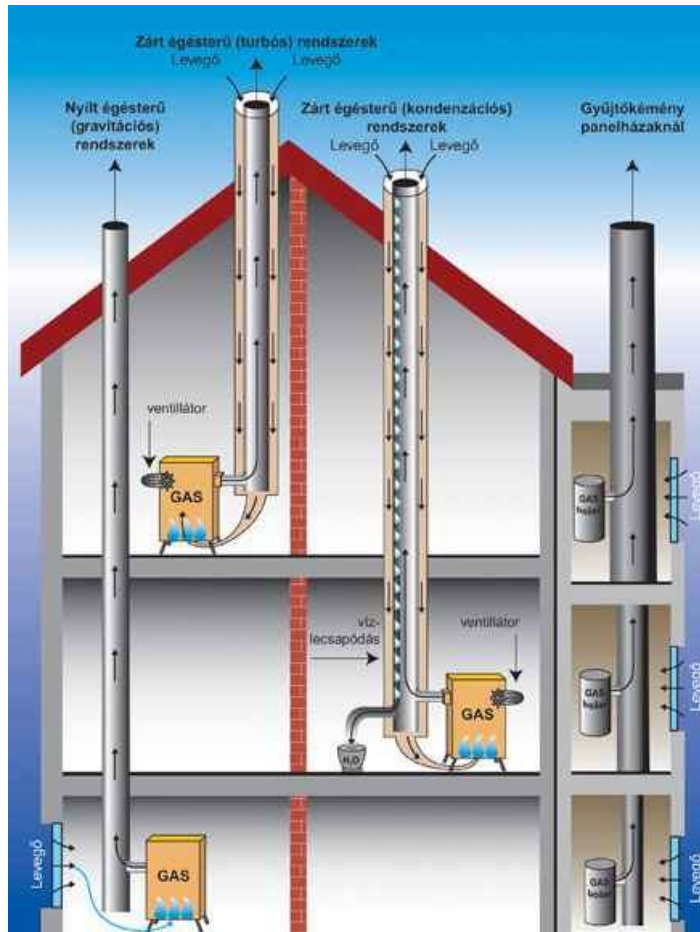
Egy személygépkocsi kipufogórendszere.

Normális üzemi körülmények között a kipufogócsokban a hőmérséklet akár 250-300 °C és 900-950 °C között is ingadozhat.

A kéményekben lévő égéstermék gázok gyújtóhatása többnyire visszavehető az alábbi tervezési, kivitelezési, szerelési hibákra:

- Nem szakember (jogosultságát nem képes igazolni) építi a kéményt
- Az építési anyag nem bevizsgált (nincs műbizonylat)
- Tervezési hibák: Pl.: - külső falba 12 cm falvastagsággal; - a szellőző- és kéménykürtő között csak 12 cm válaszfal; - 400 cm² nagyobb kürtőjű kémény nem független szerkezet; - betonkoszorún keresztül vezetve; - áthidalást igénylő szerkezethez túl közel; - csak egy másik lakáson át közlekedve tisztítható (tetőtér-beépítés); - felső tisztíthatóságot nem lehet szabályosan megoldani (minden időjárási helyzetben biztonságosan); - a kürtő magassága; belmérete nem számított a tervezett készülék teljesítményéhez; - kitoroklás magassága nem

szabályos (falombkorona közel, enyhe lejtésű tetőnél nincs meg a min. 1,2 m); - szivóventillátorral ellátott helyiségbe (huzat visszaáramlás!); - állandó friss levegővel nem ellátható helyiségbe (fürdőszoba).



Különböző kéménytípusok.

- Nem megfelelő az égési levegőszükséglet biztosítása (a huzat működéséhez szükséges körfolyamat kialakítása)
- Fűtőberendezések elhelyezésekor, füstcsövezésekor elkövetett hibák:** - koromzsákajtó elzárása, eltakarása a berendezéssel; - nincs 3D a függőleges füstcső hossza (két könyök esetén); - U alakú a vízszintes vetülete a füstcsőnek; túl hosszú a füstcső (max. 2 méter, ill. a határos magasság fele); - nincs bilinccsel rögzítve a füstcső; - nem bontható a falsíknál a

füstcső; - másik helyiségen megy keresztül a füstcső (füstcsatorna); - a füstcsatorna szabálytalan, nem szigetelt, nem víztömör; - nem megfelelő szerszám használat miatt a füstcsőillesztéseknél szűkület; - ha nincs egyvonalban a falhüvelynyílás és a készülék füstcsönkje, akkor egyedi (45° alatti) könyökidom beépítése helyett, vagy a készülék kellő méretű konzolra helyezése helyett, ferdén dugják össze a füstcsövet, ezzel szintén szűkületet okozva; - füstcső szűkül, bővül (csak TMBEF engedély alapján lehet); füstcső mérete nem egyezik meg a készülék füstcsönkjének méretével; - szabálytalanul egyesített füstcső (csak V4, F25);

- Falazott kémény építésénél elkövetett gyakori hibák:** - a fugák habarcskitöltése hiányos, tömörtelen (vakolás előtti vizsgálat!); - kürtő belülről vastagon van vakolva, vagy habarcskitüremkedések nincsenek elsimítva (szűkület, dugulásveszély!), nem szabályos kötésbe vannak a téglák (kürtők között is kell!); - nem kisméretű égetett agyagtégglából épült; -kürtő belmérete szabálytalan (oldalak aránya nagyobb 1:1,5-nál), -fáltéglánál kisebb darabok is be vannak építve; - a minimális 12 cm-es falvastagság meg van vésvé (38x38-ban 15-ös cső!); - koromzsák-ajtó túl alacsony, nem 40 cm-re van a járószinttől; - áthidaló, betongerenda, koszorú, béléstest a kéménytestben; -szabálytalan, lépcsős elhúzás, - változó a belméret; nem arról a szintről indul, ahol a fűtőberendezés van (átszivásveszély!); - felső tisztítóajtó szabálytalan helyen, magasságban, módon van beépítve (csak padláson szabad beépíteni, fedkő alatt max. 5 méterrel, nem éghető járószinttől 100 cm-re, tetejét kémény felé döntve) - a fedkő szabálytalan, nincs vízorr, nyílása kisebb vagy más, mint a kürtő;
- Bélelt kémény építésénél elkövetett gyakori hibák:** - alumínium friss malterrel érintkezik, ezért ki fog lyukadni (szigetelés!); - körbe van öntve a béléscső, vagy meg van ékelve, ezért nincs lehetősége a hőtágulásra, amiatt szétnyílnak; - idomok és béléscső nem vízfolyásra – mint az ereszfolyócső – vannak beépítve; - idomok illesztése nincs tömítve, ragasztva (200 °C-os sziloplaszttal); - idomok illesztéseknél szűkület van; - elhúzás szabálytalan, nem vizsgálható; - nem szabályos toldóidommal van toldva a béléscső; - nem szabályos idomok vannak beépítve, ki van vágva a béléscső; - béléscső el van szakadva, vagy ki van lyukadva; be van nyomódva; - kondenzvíz leeresztése nincs megoldva, falsíkon kívülre hozva; - kondenzidom, tisztítóidom elé nincs duplán záradó ajtó építve; - bekötőidomtól falsíkgig nincs kiépítve; - falhüvelynyílás nincs leszűkítve gázkészülék füstcsönk méretére; - bekötőidom úgy van elhelyezve, hogy nem lehet szabályosan füstcsövezni, - béléscső nem ér fedkő fölé; - fedkő és béléscső között nincs víz záró, de rugalmas tömítés; - fedkő nincs megvédve a lecsapódástól (műbizonylat); - siktárcsa szabálytalan, mérete nem 2D ill. 1/2D; - alumínium béléscsőbe szénrel vagy fával fűtöttek; - béléscső belmérete kisebb a füstcsőnél, illetve a gázkészülék füstcsönkjénél;
- Szerelt kémény szerelésénél elkövetett gyakori hibák:** - füstcsatorna szabálytalan, nem tömör, nem szigetelt, vagy nem emelkedik a kémény felé; - rögzítése nem felel meg a műbizonylatban leírtaknak; - homlokzati falra került, építési engedély nélkül; - kondenzvízgyűjtő nem lehet, más alsó tisztítási lehetőség nincs; - kondenzvíz nem leereszthető; - felső tisztítóajtó nincs, vagy nem hozzáférhető biztonságosan, vagy nem tömören záródik; bármi okból átázhat a szigetelés; - kitoroklás alacsony; - a kémény nincs a fűtőberendezéshez méretezve, ezért vagy túlterhelt, vagy túlméretezett;
- Schiedel illetve Leier kémény építésénél elkövetett gyakori hibák:** - felesleges, szabálytalan helyre beépített, felső tisztítóajtók; - illesztéseknél a ragasztóanyag kitüremkedéseit nem törlik le, - falhüvelyt szabálytalanul szűkítik, nem idommal és sziloplaszttal; - dilatációs elemet nem vagy fordítva építik be; - fedkővet nem pontosan helyezik a kürtőnyílásra, ezért szűkület lesz; - tetőn kívül több mint 1,5 m áll ki merevítés nélkül; - földmátvezetésnél megszakítják a köpenycsövet;
- Más szakemberek által elkövetett gyakori hibák:** - a festők begipszelik a koromzsákajtókat; - a csövezeték- és a villanszerelők belevésnek a kéménytestbe; - az ácsok nem tartják be az

előírt védőtávolságot; - a bádgosok nem jó helyre építik a tetőkibúvót (ha nincs padlástéri tisztítóajtó, akkor a kitorkollás biztonságos megközelíthetőségét kell biztosítani, minden időjárási körülmény fennállása esetén);

Mechanikai eredetű szikrák

Súrlódási, ütési és anyag-megmunkálási folyamatok pl. köszörülés, flexelés stb. során olyan szilárd (akár izzó, parázsló) anyagrészecskék válhatnak le, amelyek a megemelkedett hőmérsékletük miatt nagy inicáló hatással rendelkeznek. Ha a részecskék oxidálható anyagokból pl. vasból, acélból állnak, és oxidációs folyamaton eshetnek át, akkor nagyobb hőmérsékletet érhetnek el. Ezek a részecskék meggyújthatják az éghető gázokat és gőzöket és néha bizonyos por/levegő keveréket (pl. fémpor-levegő keverék).

Az idegen anyagok pl. kövek vagy fémdarabok készülékbe, védőrendszerekbe és elemekbe való bejutását, mint lehetséges szikrázási okot, figyelembe kell venni.



Flexelés

A súrlódás még a hasonló vasfémek között és bizonyos kerámiaanyagok között is, helyi felmelegedéseket és a kisülési szikrákhoz hasonló szikrákat okozhatnak. Az olyan ütési folyamatok, amelyekben rozsdás és könnyűfémek pl. (alumínium és magnézium) és ezek ötvözetei vesznek részt, termitreakciót okozhatnak, amely a robbanóképes közegeket meggyújthatja.



Köszörülés

A könnyűfémek pl.: a titán vagy a cirkónium kellően kemény fémekhez ütőeszköz vagy súrlódásakor is keletkezhetnek gyújtószikrák, különösen, ha nincs jelen rozsdás felület.

Az ütés és/vagy dörzsölés hatására keletkező mechanikus szikraképződés olyan anyagpárok között jön létre, amelyek közül legalább az egyik „szikrázásra” hajlamos. A legelterjedtebbek ezen anyagok közül pl.: acél, vas, rozsdás vas (igen veszélyes), alumínium és ötvözetei, magnézium és ötvözetei.

Azok a fémek, illetve fémbevonatok, amelyek esetében kizárható a mechanikus szikrától eredő gyújtás pl.: rozsdamentes (KO) acél, réz és ötvözetei (bronz), arany, ezüst és ötvözetei.

Fontos megemlíteni, hogy a mechanikai szikrák robbanásveszélyes („A-B” tűzveszélyességi osztályú térben), környezetben, tehát az éghető gőzök és gázok jelenlétében kiemelt kockázatot jelentenek.

Villamos gyártmányok

A villamos áram, a széleskörű felhasználása miatt, az egyik leggyakoribb tűzkeletkezési ok közé tartozik. Mielőtt rátérnénk arra, hogy milyen módokon okozhat tüzet, érdemes egy kis kitérőt tenni az elektromosság alapfogalmai, illetve a szigeteléstechika elméleti alapjai között:

Villamos jelenségek, alapfogalmak:

A *villamos kölcsönhatás* az atomi részecskék között fellépő erőhatás. Az elektronok taszítják egymást, és ugyanígy taszítják egymást a protonok is. A protonok és az elektronok között viszont vonzóerő lép fel. *Villamos töltésnek* az atom részecskéinek erre a vonzó- illetve taszítóerőre való képességét nevezzük, és pedig az atommag protonjainak töltését *pozitívnak* (+), az elektron töltését meg *negatívnak* (-). A protonnak ugyanakkora pozitív töltése van, mint amekkora az elektron negatív töltése. A neutronoknak nincs töltésük: elektromosan semlegesek.

(A negatív töltésű elektronok azért nem „zuhanak” a protonok pozitív töltésével őket vonzó atommagba, mert a különemű töltések közti vonzóerőt ellensúlyozza az elektronok keringéséből adódó centrifugális erő.)

Ha a külső héjra további elektron érkezik, az atom negatív töltéseinek száma nő, (miközben pozitív töltése változatlan), így az atom kifelé negatív töltést mutat, *negatív ionná* válik.

Az atomban az elektronok „elektronhéjakon” helyezkednek el. A külsőbb héjra csak akkor kerülhet elektron, ha a belsőbbek már telítettek (a legbelső héjra 2, a másodikra és harmadikra 8, a negyedikre és ötödikre 18 elektron fér).

Ha valamilyen okból a külső héjről elektron távozik, az atom negatív töltéseinek száma csökken, miközben az atommag pozitív töltése változatlan marad; így az atom „kifelé” mutatott semlegessége megszűnik, és összességében pozitív töltésű lesz. Az ilyen, pozitív töltéssel bíró atomot *pozitív ionnak* nevezik.

Az atommag protonjainak a száma megegyezik az atomhoz tartozó elektronok számával, így az atommag pozitív töltése megegyezik az elektronok negatív töltésével, azaz az atom „kifelé” elektromosan semleges, töltései kiegyenlítik egymást.

Villamos áram

Az elektronok és az ionok villamos töltéssel bírnak, ha elmozdulnak, villamos töltéseket mozgatnak, ezért *töltéshordozónak* nevezik őket.

A töltéshordozók rendezett, azonos irányú mozgása, vándorlása a *villamos áram*.

Vezetők, szigetelők

Jó villamos *vezetők* azok az anyagok, amelyekben a töltéshordozók könnyen tudnak vándorolni. A jó *szigetelőkben* a töltéshordozók nem (vagy alig) képesek elmozdulni.

Villamos áram fémekben

A fémek kristályos szerkezetűek. Ez azt jelenti, hogy az atomok nem rendezetlenül helyezkednek el az anyag belsejében, hanem egy (az adott fémre jellemző) „rácsszerkezetet” alkotnak. Az atomok a rácsszerkezetben elfoglalt helyük körül hőmozgást végeznek, eközben a külső elektronhéjról elektronok szakadhatnak le. Így az atom pozitív ionná válik, a leszakadt, ún. *szabad elektronok* pedig az atomok közötti térben maguk is rendezetlen hőmozgást végeznek. Ha ezekre a szabad elektronokra valamilyen irányú erő hat, akkor az erő hatására egyirányú gyorsulásba kezdenek. Az útjukba eső atomokba ütközve, mozgási energiájuk csökken, majd a következő ütközésig ismét gyorsulnak. A fémekben a *szabad elektronok egyirányú áramlása* jelenti a *villamos áramot*. (Az ilyen vezetőket *elsőrendű vezetőknek* nevezik.) A fémek jó vezetők.

Az elektronok egyirányú mozgásának átlagsebessége csak kb. 0,1mm/s, viszont az áramlás a fém egész hosszában szinte egyidejűleg indul meg, ezért a villamos áram terjedési sebessége a fémben a fény sebességét közelíti. (A jelenséget úgy képzelhetjük el, mint ha egy cső teljes hosszában golyók sorakoznának. Ha a cső egyik végén egy golyót benyomunk, a golyók egymást egy-egy hellyel arrébb nyomják, ezért szinte ugyanabban a pillanatban kigördül a cső távoli végén egy golyó, noha egy-egy golyó a csőben csak alig mozdult el.)

Energiaforrások, fogyasztók

Az elektromotoros erővel rendelkező, tehát villamos energia előállítására alkalmas berendezéseket *energiaforrásnak* nevezik. Ilyen energiaforrás a vegyi energiát átalakító galvánelem és az akkumulátor, a fény- ill. hőenergiát átalakító fényelem és hőelem, valamint a mechanikai energiát villamos energiává alakító *generátor*.

Azok a készülékek, amelyek az áramló villamos töltések energiáját más (hő-, fény-, vegyi-, mechanikai) energiává alakítják át, a *fogyasztók*.

Az áram iránya

Az áram a töltéshordozók mozgása. Megállapodás szerint a pozitív töltéshordozók mozgásának irányát tekintjük az áram irányának. (Ez azt jelenti, hogy pl. fémekben, ahol a töltéshordozók negatív töltésű szabad elektronok, az áram megállapodás szerinti iránya az elektronok tényleges mozgási irányával ellentétes.) Az áram irányát kapcsolási rajzokon az 1. ábra szerinti (nem besötétített végű) nyíllal jelöljük.

Villamos töltés

A villamos áram a töltések áramlása. A töltés jele: Q.

Az áram (I) a vezeték keresztmetszetén időegység (t) alatt áthaladó töltésmennyiség (Q):

$$Q = I \times t = \text{As}$$

Feszültség

Az energiaforrás elektromotoros ereje által szétválasztott, a kapcsain megjelenő pozitív és negatív töltések vonzzák egymást. Ezt a vonzó hatást nevezzük **feszültségnek**. **A feszültség jele: U, mértékegysége a V (volt)**. A gyakorlatban alkalmazzuk a μV (mikrovolt, 10^{-6} V), mV (millivolt, 10^{-3} V), kV (kilovolt, 10^3 V) mértékegységeket is.

A feszültség iránya

Hasonlóan az áramhoz, a feszültségnek is megállapodás szerinti irány tulajdonítunk: ez az az irány, amerre a feszültség hatására a **pozitív** töltések elmozdulnak (vagy elmozdulnának). Kapcsolási rajzokon a feszültség irányát az 1. ábra szerinti, besötétített végű nyíllal jelöljük.

Ellenállás

Ha egy energiaforrás kapcsait egy vezetővel összekötjük, a kapcsokon jelen lévő feszültség hatására a vezetőben lévő töltéshordozókra erő hat, ennek eredményeként a vezetőn áram alakul ki. A kialakult áram erőssége az energiaforrás kapcsolófeszültségétől, és a vezetőben jelen lévő töltéshordozók számától függ. A vezetőben jelen lévő töltéshordozók számát a vezető ellenállásával jellemezzük. Az ellenállás jele **R**, **mértékegysége az Ω (ohm)**. Gyakran használjuk még a k Ω (kilohm, $10^3\ \Omega$), és a M Ω (megohm, $10^6\ \Omega$) mértékegységeket. Minél nagyobb az ellenállás, annál kevesebb a vezetőben az áramot kialakító töltéshordozó. A vezeték ellenállása függ a vezeték anyagától, hosszától, és keresztmetszetétől:

Ohm törvénye

A tapasztalat szerint a vezetőben kialakuló áram egyenesen arányos az energiaforrás kapcsolófeszültségével, és fordítottan arányos a vezető ellenállásával:

Villamos hálózatok

A villamos hálózatok egy vagy több villamos energiaforrásból és fogyasztóból állnak.

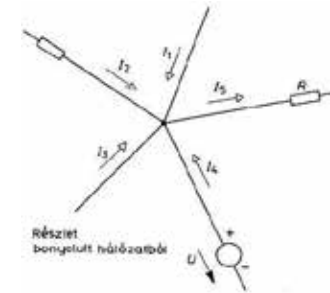
Három vagy több vezető találkozási pontját **csomópontnak** hívják. Két csomópont között található a hálózat egy **ága**. **Huroknak** nevezzük azoknak az ágaknak az összességét, amelyeken végighaladva a kiindulási pontra térünk vissza (úgy, hogy közben egyetlen ágon sem haladtunk át többször).

Potenciál

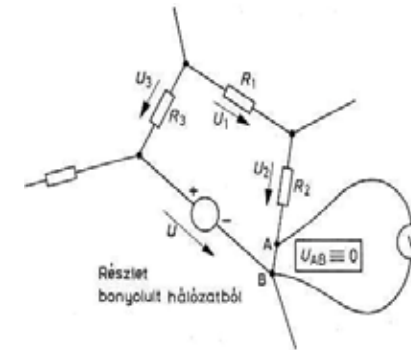
A hálózat egy pontjának a másikhoz viszonyított **potenciálja a két pont közötti feszültségkülönbség**. Szokásos, hogy a hálózat valamely pontját leföldelik. Ebben az esetben az áramkör egy pontjának a földponthoz viszonyított feszültségkülönbségét nevezzük az adott pont potenciáljának.

Kirchhoff első (csomóponti) törvénye

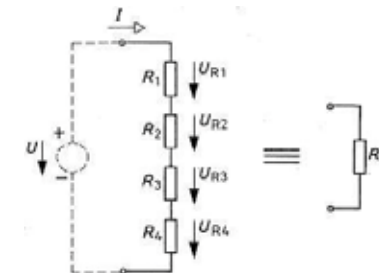
A csomópontba egyes vezetőkön töltések áramlanak be, más vezetőkön ugyanezek a töltések távoznak időegység alatt (a csomópont nem termel, és nem nyel el töltéseket.), azaz a csomópontba befolyó áramok összege megegyezik a csomópontból távozó áramok összegével. Ezt fejezi ki **Kirchhoff első törvénye**: a csomópontba befolyó áramokat pozitív, a kifolyó áramokat negatív előjellel figyelembe véve, **a csomópontba tartozó valamennyi áram előjelhelyes összege 0**.

Kirchhoff második (hurok-)törvénye

Tűzzünk ki két olyan pontot, amelyek között biztosan 0 a feszültség. Ilyenek az A és B pontok. Két pont között egyszerre csak egyféle feszültség lehet, tehát ha a hurokban mérhető többi feszültséget összegezzük, szintén nullát kell kapnunk. **Kirchhoff második törvénye: egy zárt hurokban a feszültségek előjelhelyes összege 0**

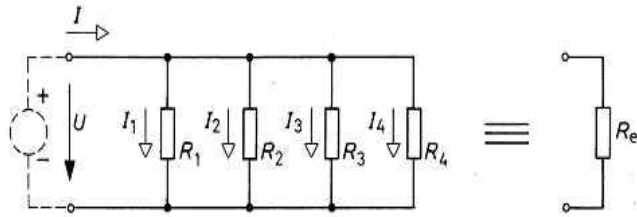
Ellenállások soros kapcsolása

Ha az első ellenállás végét összekötjük a második elejével, a második végét a harmadik elejével, és így tovább, végül az első elejét és az utolsó végét kapcsoljuk a feszültséggenerátorra. Ezt a kapcsolási módot nevezik **soros** kapcsolásnak. **Soros kapcsolás esetén valamennyi áramköri elem ugyanakkora áram folyik keresztül.**

Ellenállások párhuzamos kapcsolása

Ha az ellenállások kezdeteit, majd végeit összekötjük egymással, és az összekötött kezdeteket és végeket kötjük ugyanarra a feszültségre. Ezt a kapcsolási mód a **párhuzamos** kapcsolás.

A párhuzamosan kapcsolt ellenállások szintén helyettesíthetők egy R_e eredő ellenállással, amelyen ugyanakkora kapcsolási feszültség esetén ugyanakkora áram folyik, mint a párhuzamosan kapcsolt ellenállásokon.



Villamos munka

Az áramló villamos töltések energiája a fogyasztón hő- fény- mechanikai, vagy vegyi energiává alakul át, munkát képes végezni. Kimutatható, hogy ha egy fogyasztón U feszültség hatására t ideig I áram folyik, akkor a végzett **villamos munka:**

$$W = U I t$$

A munka mértékegysége:

$$[W] = [U] * [I] * [t] = V * A * s = Ws \text{ (wattszekundum)}$$

A villamos munkát szokás villamos fogyasztásnak nevezni.

Villamos teljesítmény

A **teljesítmény az időegység alatt végzett munka:**

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$$

tehát

$$P = U I$$

a teljesítmény mértékegysége:

$$[P] = [U] * [I] = V * A = W$$

Villamos erőter

A villamos kölcsönhatás az atomi részecskék között fellépő erőhatás. Az azonos nemű töltések taszítják, a különeműek vonzzák egymást. Töltés akár vezetőtestben is létesíthető, pl. ha egy energiaforrás egyik sarkához hozzáérintjük. Szigetelőanyagban is keletkezhet töltés, pl. egy állati szőrrel megdörzsölt borostyánkőről a dörzsölés elektronokat távolíthat el, ez által a korábban kifelé semleges anyag pozitív töltést nyer.

Coulomb megállapítása szerint két (pontoszerű) töltés vákuumban egymást

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

erővel vonzza (taszítja), ahol

F a két töltés között fellépő erő (N)

Q1 az egyik töltés nagysága (As)

Q2 a másik töltés nagysága (As)

r a két töltés távolsága (m)

ϵ_0 a vákuum dielektromos állandója, értéke $8,86 * 10^{-12}$, mértékegysége: As/Vm

A tér egy pontján (Q1 töltéstől adott távolságra) tehát valamely odahelyezett Q2 töltésre F erő hat. A térnek azt a részét, amelyben valamely villamos töltésre erő hat, **villamos erőternek** nevezik.

Térerősség

Úgy tekinthetjük, hogy tér adott pontján Q1 töltés villamos erőteret létesített. A tér e pontján lévő Q2 töltésre a villamos erőter miatt hat erő. A villamos tér adott pontján **térerősségnek (E) az egységnyi (1 As) töltésre ható erőt nevezik.** A Q2 töltés 1 As-nyi részére jutó erőt megkapjuk, ha a fenti egyenlet mindkét oldalát osztjuk Q2-vel :

$$E = \frac{F}{Q_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{r^2}$$

ahol

E a villamos térerősség (**mértékegysége V/m**)

Q1 az erőteret létrehozó töltés nagysága (As)

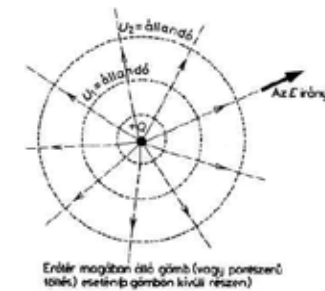
r az erőteret létrehozó töltés távolsága (m)

ϵ_0 a vákuum dielektromos állandója, $8,86 * 10^{-12}$ (As/Vm)

A térerősségnek nagyságán kívül iránya is van (azaz vektormennyiség). Q1 töltés terében a térerősség iránya mindig Q1 és Q2 összekötő egyenesébe esik, és megállapodás szerint abba az irányba mutat, amely irányú erő egy pozitív Q2 töltésre hatna (tehát, ha Q1 pozitív, akkor egy másik pozitív töltést taszítana, ezért az általa létrehozott villamos tér iránya Q1-től elfelé mutat).

A villamos tér ábrázolása

A villamos tér szemléletes ábrázolását kapjuk, ha a töltésekből kiinduló olyan vonalakat rajzolunk, amelyek iránya minden pontban a térerősség irányát mutatja. Ezeket a vonalakat erővonalaknak nevezik



Ha az erővonalak mentén egy töltést mozgatunk, a fellépő erőhatás és az út szorzataként munkát kapunk. Ez a munka az elmozduló töltés által végzett villamos munkával egyezik meg:

$$W = U I t = U Q$$

az egyenlet átrendezésével

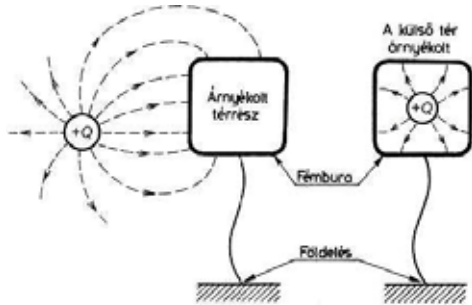
$$U = \frac{W}{Q}$$

tehát a töltésnek az erőter két pontja közti elmozdulásához tartozó munkavégzés elosztva a töltés nagyságával a két pont közötti feszültségkülönbséget (potenciált) adja meg.

A villamos tér árnyékolása

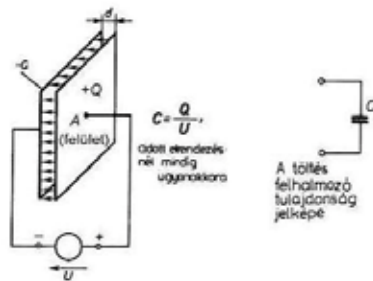
Ha a tér egy részét vezető anyaggal vesszük körül, annak pontjai között nem lehet potenciálkülönbség (ha lenne, a vezető anyag révén kiegyenlítődne). Ha pedig a vezető test minden pontjának azonos a potenciálja ($U = 0$), belsejében a töltés mozgathatásához szükséges munka ($W = Q U$) is 0, tehát vezető test belsejében a térerősség 0, nincs villamos tér.

Ez teszi lehetővé a terek **villamos árnyékolását**: azt a térrészt, amelyet ki akarunk zárni a külső villamos téréből, árnyékoló fémburával vesszük körül (a bura anyagának és vastagságának nincs jelentősége). Az ábra mutatja az árnyékolás kettős hatását: sem a burán kívüli töltések nem keltenek villamos teret a bura belsejében, sem a bura belsejében lévőek a burán kívül.



Kondenzátor, kapacitás

Ha két fémlemez helyezünk el egymással szemben és a két lemez közé feszültségforrást kapcsolunk, a feszültségforrás negatív sarkából elektronok áramlanak a hozzá csatlakozó fémlemezbe (így az negatív töltést nyer), míg a másik fémlemezről elektronok távoznak a feszültségforrás pozitív sarka felé (így ennek pozitív töltése lesz). A két fémlemez ellentétes villamos töltései vonzzák egymást, e vonzóerő miatt a töltések akkor is megmaradnak a fémlemezekben, ha a feszültségforrást eltávolítjuk.



A két fémlemezből (ún. fegyverzetből) álló elrendezés tehát villamos töltések tárolására („sűrítésére”) alkalmas, ezért **kondenzátornak (sűrítő)** nevezik. A kondenzátor tároló képességét a kapacitással (C) jellemzik, amely a kondenzátorban tárolt töltés, és a kondenzátor fegyverzetei között mérhető feszültség hányadosa (mértékegysége a farad F, $1F = 1 \text{ As/V}$):

$$C = \frac{Q}{U}$$

ahol

C a kondenzátor kapacitása (F)

Q a kondenzátor által tárolt töltés (As)

U a kondenzátor fegyverzetei közt mérhető feszültség (V)

Szigeteléstechika:

A szigetelések legfontosabb feladata a villamos gépekben, berendezésekben, elektronikus eszközökben **különböző potenciálon levő fémalkatrészek egymástól való megbízható elszigetelése**. A különböző potenciálon levő fémlektrodok között a szigetelésben ill. annak felületén villamos erőtér alakul ki. A szigetelés csak akkor tudja szigetelési feladatát betölteni, azaz a villamos igénybevételt tartósan elviselni, ha a villamos szilárdsága megfelelő, azaz ha a villamos erőtérben kialakuló térerősség hatására sem a szigetelésben átütés, sem a szigetelés felületén átívelés nem következik be. A szigeteléseket tehát úgy kell méretezni, hogy az üzemeltetés során fellépő átütési vagy átívelési

igénybevételeket biztonsággal kibírja.

A szigeteléstechika szempontjából az erőtér legfontosabb jellemzője az elektrodok között levő feszültség hatására fellépő **E térerősség**. A szigeteléstechikában a térerősség mértékegységeként V/m helyett célszerűségi okokból a kV/cm vagy kV/mm, esetleg V/mm egységeket alkalmaznak. Az Emax legnagyobb térerősség mindig valamelyik fémlektrod felületén lép fel, értékét az erőtér alakja, azaz az elektrodok formája, távolsága, valamint a közöttük levő feszültség határozza meg. Ha az Emax nagyobb, mint a szigetelőanyag villamos szilárdsága, akkor a szigetelés nem tudja többé elszigetelni az elektrodokat egymástól, szigetelőképesége megszűnik, az elektrodok között villamosan vezető plazma-csatorna, villamos ív alakul ki.

A szigetelőanyagban kialakuló villamos erőtér az anyagban többféle villamos folyamatot indíthat meg. Ha a térerősség kisebb, mint a szigetelőanyag villamos szilárdsága, akkor is megindul az anyagban kisebb mértékű töltésmozgás, de ez még nem okozza a szigetelés átütését. Ennek két fajtája van, a vezetés és a polarizáció. Ha a térerősség túllépi a szigetelés villamos szilárdságát, akkor az elmozduló töltéssel bíró részecskék száma rohamosan növekszik (ionlavina alakul ki), az elektrodok között létrejön a plazmacsatorna (villamos ív), ezzel a szigetelés alakjától, az elektrodok elhelyezkedésétől függően az előbbiektől szerinte vagy a szigetelőanyag belsejében átütés, vagy a szigetelés felületén átívelés következik be.

1. A vezetés

A szigetelőanyagok nem tökéletes szigetelők, a villamos erőtér hatására igen kicsiny, de észlelhető áram folyik át rajtuk. A fémekkel ellentétben szigetelőanyagoknál az Ohm-törvény korlátozott érvényességű, egyes esetekben — pl. gázok esetében — pedig egyáltalán nem is érvényes. Ennek ellenére használható az anyagok szigetelési ellenállásának ill. átvezetésének fogalma, de annak tudatában, hogy ez nem olyan egyértelmű lineáris kapcsolat jelent a feszültség és az áram között, mint fémek esetében.

Szilárd szigetelőanyagokban a vezetés általában szintén ionos jellegű. Elektronvezetés csak néhány kristályos anyagban, — pl. csillámban — és itt is csak nagyobb térerősségeken játszik jelentősebb szerepet. Azok a dielektrikumok, amelyek kis térerősségeken is jelentős elektronvezetést mutatnak, inkább a félvezetők, mint a szigetelőanyagok körébe sorolhatók. Az ionos vezetés erőteljesen függ a hőmérséklettől, mert megkönnyíti az ionok mozgását.

Szerves szigetelőanyagok (papíralapú anyagok, műanyagok stb.) vezetőképessége a környezet páratartalmától is erősen függ, ugyanis az anyagok nedvességtartalma a páratartalom változását kisebb-nagyobb késéssel követi. A vezetőképesség megváltozása — különösen a nedvszívásra hajlamosabb porózus anyagok esetében — több nagyságrendet is elérhet.

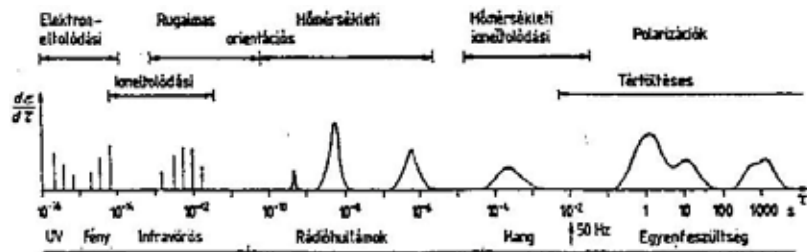
2. A polarizáció

A szigetelőanyagokban a villamos erőtér által keltett másik dielektrikus folyamat a polarizáció. Amíg a vezetési folyamatban a töltéshordozók áthaladnak a szigetelőanyag teljes hosszában egyik elektródtól a másikig, addig a polarizációs folyamatban a töltéshordozók az erőtér hatására csak eltolódnak nyugalmi (erőtér nélküli) helyzetükből, és az erőtér megszűnése után oda visszatérnek. A szigetelőanyagokban eleve vannak pozitív és negatív töltéssel rendelkező részecskék, ionok vagy ionizált molekulacsoportok. Ezek a töltéshordozók nyugalmi állapotukban (villamos erőtér nélkül) úgy helyezkednek el, hogy egymás hatását közömbösítik, ekkor a szigetelőanyag kifelé semleges. Erőtér hatására a töltések eltolódnak eredeti helyükről, az eredő pozitív és negatív töltések súlypontja nem esik többé egybe, a szigetelőanyag kifelé makroszkópikus dipólussá válik, polarizálódik. A külső erőtér megszűntével a töltések visszatérnek nyugalmi állapotukba, a polarizáció tehát reverzibilis folyamat.

A polarizációt létrehozó töltéshordozók töltésétől, sűrűségétől és tömegétől függően az eltolódó töltés nagysága és az elmozdulás időállandója. A szigetelőanyagokban ennek megfelelően egyidőben több polarizációs folyamat is kifejlődhet, ezek erősségükben és időállandójukban különbözhetnek egymástól.

A folyamatok időállandója a 10^{-14} s-tól a 10^4 s nagyságrendig terjedhet. A különböző időállandójú elemi folyamatok erőssége nem azonos, így az általuk leköttött töltések nagysága is igen eltérő lehet. Az egy anyagban fellépő

polarizációs folyamatok összességét az elemi folyamatok erősségének az időállandó függvényében való változásának megadásával lehet jellemezni. Így alakul ki az egyes szigetelőanyagokra, ill. a bennük fellépő polarizációs folyamatok összességére jellemző polarizációs spektrum.



Szigetelőanyagok polarizációs spektruma az egyes polarizációfajták időállandó-tartományának feltüntetésével

Az anyag molekuláris szerkezetének és a polarizációs folyamatoknak a szoros kapcsolata következtében a polarizációs spektrum nemcsak a szigetelőanyagra, hanem annak öregedési állapotára, az öregedési folyamatok előrehaladására is jellemző. A szigetelőanyag öregedését, romlását előidéző kémiai és fizikai folyamatok ugyanis az anyagszerkezet, molekuláris szerkezet, összetétel stb. megváltoztatásával a szigetelőanyagtól ill. a romlás jellegétől függően más-más időállandó-tartományban befolyásolják a fellépő polarizációs folyamatokat, azaz megváltoztatják a polarizáció időállandó szerinti eloszlását. A szigetelések roncsolásmentes diagnosztikai vizsgálatának alapja jórészt a polarizációs spektrum, ill. meghatározott tartományainak vizsgálata.

A különböző időállandójú időállandó-tartományok vizsgálatára alkalmazható mérési módszereket a fenti ábra szemlélteti. A legkisebb időállandójú polarizációs folyamatok infravörös abszorpciós szinkép-elemzéssel vizsgálhatók. Ebben az időállandó tartományban jelentkezik a szerves szigetelőanyagok molekuláris szerkezetének öregedés okozta megváltozása, degradálódása, gyökök lehasadása stb. A kb. 10^{-10} s-tól 10^{-1} s-ig terjedő időállandó tartomány rádió-, hang- és ipari frekvenciás permittivitás és veszteségi tényező mérésével vizsgálható. A kb. 10^1 s-nál nagyobb időállandók tartományának vizsgálatára egyenfeszültségű vizsgálati módszer, a szigetelésnek az egyenfeszültség-ugrásra adott feszültség- vagy áramválaszának mérése alkalmazható.

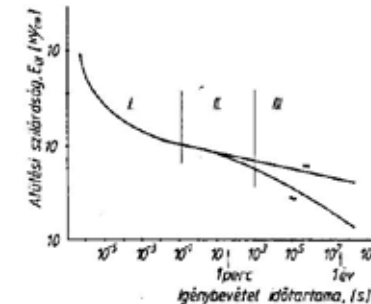
A polarizációs folyamatok erősségét a hőmérséklet csak kisebb mértékben befolyásolja, időállandója viszont a hőmérséklet növekedésével erősen csökken, azaz a polarizációs folyamatok hatása a hőmérséklet növekedésével erősen eltörlődik a nagyobb frekvenciák irányába.

Egy szigetelőanyagot síkelektrodák közé helyezve és azokra feszültséget kapcsolva a szigetelőanyagban villamos erőter alakul ki. A szigetelésben az erőter hatására fellépő dielektromos folyamatok az erőteret fenntartó külső áramkörben áramokat keltenek, ill. az elektrodokon feszültségeket hoznak létre. Az $I(t)$ áram-, ill. az $U(t)$ feszültséggörbék alakjából, fázisviszonyaiból a vezetési és a polarizációs folyamatok erősségére, eloszlására lehet mennyiségi és minőségi következtetéseket levonni.

3. Átütés

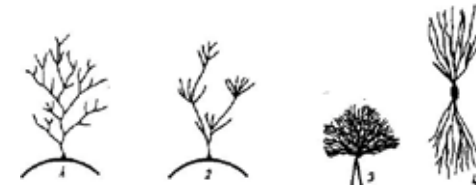
Ha a szigetelésben a villamos szilárdságánál nagyobb télerősség lép fel, a szigetelés átüt.

Szilárd szigetelőanyagokban az átütés az igénybevétel nagyságától függően hosszabb-rövidebb idő alatt fejlődhet ki, a kifejlődött átütés azonban minden esetben maradandóan károsítja a szigetelést. A szilárd szigetelőanyagok villamos szilárdságának időbeli változását széles időhatárok között felrajzolva a lentebb látható diagramot kapjuk. A görbe három szakaszra osztható. Az I. szakasz a villamos átütés tartománya. A II. szakaszban a hő-villamos átütés fejlődik ki. Ebben a tartományban a villamos igénybevétel mellett a szigetelés melegebbé (a dielektromos veszteség) is szerepet játszik az átütésben, így a szigetelés térfogata, hűlési viszonyai is befolyásolják a villamos szilárdságát. Változófeszültség esetében az átütési szilárdság kisebb, mert nagyobb a dielektromos veszteség. Végül a III. szakasz az üzemi igénybevételek tartománya. Ebben a szakaszban a villamos szilárdság csökkenését a tartós üzemi (villamos és nem villamos) igénybevételek hatására fellépő lassú romlási folyamatok okozzák, mint pl. a szigetelések anyagában végbemenő lassú kémiai-fizikai változások, azaz a szigetelőanyag öregedése, vagy az átütési csatornaképződés, a treeing folyamata stb.



Szilárd szigetelőanyagok villamos szilárdságának változása az igénybevétel időtartamának függvényében

Néhány mm ... tíz mm vastagságú, homogén szerkezetű anyagban (főleg műanyag szigetelésekben), már az üzemi igénybevételek tartományában is meghatározott körülmények között megindulhat az átütési csatornák képződése. Ezek lassan, hónapok, évek alatt kifejlődve végül is a szigetelés átütését okozzák viszonylag kis villamos igénybevételek esetében. Ezek az átütési csatornák rendszerint az egyik elektródon levő télerősséggyűjtő helyről (parányi csúcspól, élből), vagy a szigetelőanyagban levő szennyező zárványból indulnak ki, kifejlődésük közben többszörösen elágazódnak. Így alakul ki jellegzetes, fára emlékeztető alakjuk, erről nyerték a nemzetközi szakirodalomban elterjedten használt angol nevüket: tree (=fa), a csatornaképződés folyamata pedig a treeing elnevezést.



Átütési csatorna (tree) típusok: 1-2-3 elektródból, 4 zárványból induló csatornák

Az üzeminél jóval nagyobb igénybevételeken a szigetelések lényegesen rövidebb idő (10^6 s ... perc nagyságrend) után átütnek. A legtöbb szigetelőanyag átütési szilárdsága ebben a tartományban erősen függ az igénybevétel időtartamától, mennél rövidebb az igénybevétel,

annál nagyobb az anyag átütési szilárdsága. Ebben a tartományban szilárd anyagoknál az átütés két típusa különböztethető meg: a villamos átütés és a hő-villamos átütés.

Villamos átütés (fenti diagram I. szakasz) esetében az anyagban fellépő nagy télerősség az állandó töltéssel rendelkező töltéshordozókat (elektronokat ill. ionokat) kiszakítja a helyükről, és az anyagban a gázokhoz hasonlóan töltéshordozó-lavina szerű folyamat indul meg. Így inkább villamos átütés fordul elő az igen rövid ideig tartó túlfeszültségek vagy egyenfeszültség esetében. A villamos átütés igen rövid idő (10^{-4} ... 10^6 s) alatt kialakul, megindulásához viszonylag nagy feszültség (télerősség) szükséges.

Hő-villamos átütésre az amorf, inhomogén szerkezetű szigetelőanyagok hajlamosak, tehát a szigetelések többsége. Az átütési folyamat kialakulási ideje lényegesen hosszabb, s-tól akár több óras nagyságrendig is terjedhet, függ a szigetelés melegebbé ill. hűlési körülményeitől. Hő-villamos átütés esetében (a diagram II. szakasz) a szigetelőanyag melegebbé jelentős szerepet játszik az átütés kifejlődésében. Az anyagban keletkező veszteség nagysága ugyanis függ a szigetelőanyag hőmérsékletétől, mennél melegebb a szigetelés, annál nagyobb veszteség keletkezik benne.

Végül a diagram szerinti III. szakaszban az üzemi igénybevételek okozta romlási folyamatok következtében csökken a szigetelést alkotó szigetelőanyagok villamos szilárdsága. Ezzel természetesen a szigetelés villamos szilárdsága, azaz üzembiztonsága is csökken. Ezek a romlási folyamatok főképpen a tartós villamos- és hőigénybevétel hatására lépnek fel, általában a szigetelés anyagának lassú, de irreverzibilis változását okozzák, amelyek magukkal hozzák a szigetelés villamos és egyéb fizikai jellemzőinek romlását is. Ezt a lassú folyamatot a **szigetelés öregedésének** nevezik. Ilyen öregedési folyamat lehet pl. az oxidáció, a műanyagokat alkotó polimer óriásmolekulák széttörődése, a depolimerizáció stb. vagy az előbbieken ismertetett átütési csatornaképződés (treeing).

4. Átívelés

A szigetelőképeség megszűnésének másik esete az átívelés. Átívelés esetében az elektródokat összekötő villamos ív a szilárd szigetelőanyag felületén, a környező gázban vagy folyadékban keletkezik. Az átívelés, mint határfelületen fellépő jelenség, sokkal inkább függ a környezetből eredő behatásoktól, mint a szigetelőanyag belsejében kialakuló átütés. Szilárd szigetelőanyagok levegővel vagy egyéb gázzal vagy folyékony anyaggal érintkező felülete sohasem lehet tökéletesen tiszta. Ha a szilárd szemcsés, poralakú szennyeződés lerakódását figyelmen kívül hagyjuk, akkor is mindig jelen van a felületen egy, a levegő alkotóelemeinek, a gázalakú szennyezéseknek, a levegőben levő páráknak stb. adszorbeálásával kialakult határreteg. Ez a réteg nem állandó, hanem a környezeti hatások függvényében (mint pl. a hőmérséklet, a szennyező anyagok koncentrációja, páratartalom stb.) állandóan változik. A felületi réteg a szigetelőanyag felületi jellemzőinek (felületi ellenállásának, átívelő feszültségének) nagyságát olyan mértékben befolyásolja, hogy a mért jellemzők nem annyira anyagjellemzőknek, mint inkább a határreteg pillanatnyi állapotára jellemző mennyiségeknek tekinthetők. Így a szigetelőanyag felületi jellemzőit (felületi ellenállás, átívelőfeszültség, kúszóáram-szilárdság stb.) csak szabványos elektród-elrendezéssel és csak az előírt hőmérsékletű és páratartalmú zárt térben, tehát csak szabványosított körülmények között szabad mérni. Ezek az értékek - szemben pl. a veszteségi tényezővel, fajlagos szigetelési ellenállással stb. - még ebben az esetben sem tekinthetők anyagjellemzőknek.

A felület további makroszkopikus szennyeződése (por, ujjlenyomat stb.) tovább rontja a szigetelés felületi tulajdonságait, még bizonytalanabbá teszi a felületi jellemzők értékét. Ezért a szigeteléseket felületi igénybevételre nem is lehet egzakt módon méretezni, a gyakorlatban tapasztalati alapon az átütési igénybevételeknél nagyságrendekkel kisebb felületi igénybevételeket engednek meg.

A villamos áram gvűtőhatása az alábbiak szerint nyilvánulhat meg:

- **Vezeték, kábel túlterhelése:** Ezzel a problémával rossz tervezés, kivitelezés esetén, vagy pedig akkor találkozhatunk, ha a biztonsági berendezéseket (kismegszakító, olvadó biztosíték) kiiktatják, illetve drasztikus módon áthidalják. Túlterhelés esetén, a hálózatrendszeren, vagy a fogyasztó berendezésen a méretezettnél, megengedettnél nagyobb áram halad át. A fellépő túláram rendellenes melegedést okoz, ami a szigetelőanyag szigetelő-szilárdságának csökkenéséhez vezet, és ez tüzet okoz. Bizonyos esetekben előfordul, hogy egy adott vezeték szakasz lokálisan túlterhelődik. Ez a jelenség nagyon hasonlít a nagy átmeneti ellenálláshoz. Ekkor a vezeték egy viszonylag rövid szakaszán – az esetek többségében csak néhány milliméter hosszú - keresztmetszet csökkenés, illetve szerkezeti károsodás állapotát, azaz egy hibahelyet detektálhatnánk a tüzeset kialakulását megelőzően. Ezek a hibahelyek kialakulhatnak gyártási, vagy szerelési hibából (pl. „húzzák“, túlfeszítik, megtörik a vezetéket), vagy egyéb mechanikus behatás, sérülés miatt. Abban az esetben, ha a vezeték átfolyó áram erőssége a hibahelyen meghaladja a vezeték terhelhetőségét, akkor ez a vezeték szakasz melegedni fog. Ez a melegedés a hibahely oxidációjához vezet, amely körülmény további keresztmetszet csökkenést, és még nagyobb melegedést, hőképződést eredményez. Ez az öngerjesztő folyamat addig tart, mígnem a melegedés mértéke el nem éri a vezeték villamos szigetelőanyagának a gyulladási pontját. A folyamat lassú. Nem ritka, hogy az érintett vezeték beszerelése, üzembe helyezése és a tüzeset kialakulása között évek telnek el. A vizsgálat során meg kell bizonyosodni arról, hogy az áramkör zárt volt, és meg kell állapítani, hogy a vezeték milyen fogyasztót táplált.
- **Nagy átmeneti ellenállás:** Az elektromos energián belül gyakorlatilag a leggyakrabban előforduló keletkezési ok a nagy átmeneti ellenállás. Ez a probléma minden esetben két, vagy több villamos szempontból értelmezett vezetőanyag érintkezési pontjainál, csatlakoztatási felületeinél alakult ki. Hibahelyek jöhetnek létre többek között csavarkötéseknél, sorkapcsoknál, csatlakozó dugóknál- és aljzatoknál, csúszó-érintkezőknél, továbbá összesodort vezetékeknél stb.

A tüzeset kialakulása szempontjából hasonló a jelenség, mint a vezetékek lokális túlterhelődése esetén. A hibás kontaktushelynél a fémek oxidációja miatt egy öngerjesztő folyamat jön létre Ennek eredményeként a kialakult átmeneti ellenállás folyamatosan

növekvő hőt termel. Ez a folyamat addig tart, mígnem a melegedés mértéke el nem éri, meg nem haladja (pl. hővezetéssel) a hibahely környezetében lévő éghető anyag, anyagok gyulladási pontját. A vizsgálat során ebben az esetben is meg kell bizonyosodni arról, hogy az áramkör zárt volt-e, és meg kell állapítani, hogy a rendszeren milyen fogyasztó üzemelt. A kezdeti hibahely és a tüzeset kialakulása között eltelt idő, döntően a terhelés, a kontaktus, valamint a hőelvezetés mértékétől, továbbá a környezetben lévő éghető anyag gyulladáspontjától függ. Ez viszonylag hosszú intervallum, akár 1-2 év is lehet.

- **Hibás kapcsolat:** Hibás kapcsolásként azonosíthatjuk, ha például a munkálatokat végző szakemberek a „fázis“ és a „nulla“ felcserélésével 230 V helyett 400 V-ot kapcsolnak a fogyasztókra. Hibás kapcsolat kialakulásával hasonló problémát okozhat az is, ha például a közös nullbontó szerelvényvel rendelkező rendszerben a nullbontás hatására 230 V helyett szintén 400 V kapcsolódik a nullvezetékeken összekapcsolódó berendezésekre.
- **Rövidzárlat, villamos ív:** Ebben az esetben a villamos ívet, mint keletkezési okot rövidzárlati ívként kell értelmezni. Ez általában azt jelenti, hogy az áramkör nem egy fogyasztón keresztül, hanem közvetlenül záródik villamos ív formájában az ellentétes potenciál párhoz, azaz egy másik potenciál-különbséggel rendelkező áramköri ponthoz. Egyenáramú hálózat esetében a pozitív feszültséghez képest ezek lehetnek negatív, vagyis nullafeszültségű, továbbá negatív értékkel rendelkező feszültségek (pl. +12V, 0V, -12V). Váltakozó, vagy helytelenül, de közismertebb néven váltóáramú hálózatoknál (R, S, T jelű fázisok, és közös nulla) az áramkör egyik fázisa vagy egy másik fázishoz, vagy pedig a közös nullához záródik. Földfüggő (védőfölddel rendelkező) struktúráknál a rövidzárlati ív a földpotenciál irányában is létrejöhet. Az otthonainkban használt villamos hálózat a nullához, és a földhöz - ezek általában közösítvé vannak – képest 230 V-os, a fázisok egymáshoz viszonyítva pedig 400 V-os potenciál különbséget képviselnek. A villamos ív hőmérsékletének nagyságrendje 10^4 °C, azaz a villamos ív csatornájának hőmérséklete több ezer °C is lehet.
- **Elektromos szikra:** Az elnevezés megtévesztő, az elektromos szikra a gyakorlatban villamos ívet takar. Jelen esetben ez a kifejezés:
 - a villamos áram mechanikus kapcsolására szolgáló különböző eszközök; kapcsolók, jelfogók, (relék), kontaktorok, stb. ki - és bekapcsoláskor létrejövő,
 - továbbá szénkefés és más csúszóérintkezős motorok, vagy egyéb eszközök berendezések érintkezői között keletkező villamos ívet jelenti.

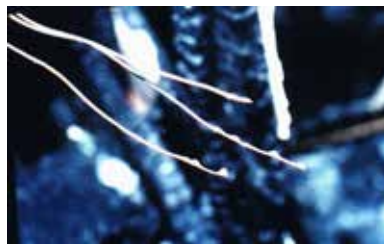
A fenti műszaki meghibásodásokra (elsősorban túlterhelés és nagy átmeneti ellenállás) utaló elváltozások:

- A hibahelyhez közeledve a vezeték egyre vékonyabb.
- A vezeték folytonossága a hibahelynél a kialakult tűz, valamint a tűzoltás következményeként fellépő mechanikus hatások miatt megszakadhat.
- A hibahelynél sodrott rézvezeték esetén az elemi szálak gyakorlatilag egybeolvadnak, ami tulajdonképpen a réz kristályszerkezetében létrejövő változást jelenti. Tömör rézvezetéknek is létrejön, létrejöhet a kristályszerkezet változás.
- A hőhatás és a kristályszerkezet változás miatt a vezeték a hibahelynél és még attól távolabb is rideggé, törékennyé, a színe pedig sötétvörössé válik.
- A hibahely közelében lévő csatlakozók (pl. csúszó-saruk) felületén a különböző anyagok, illetve anyagminőségek miatt esetleg fémvándorlás jelensége tapasztalható.
- A keletkező tűz hatásaként a vezeték szigetelése megsérül a vezetékek összeérhetnek és a zárlati helyen göbösödés, fémolvadék képződés tapasztalható.

Műszaki meghibásodások nyomai:



Az elemi szálak összeolvadtak, a vezeték folytonossága megszakadt.



Zárlati göbök a vezetékeken.



Zárlati fémolvadék képződés.



A hibahelyhez közeledve a vezeték egyre vékonyabb.



A magas hőmérséklet hatására elszíneződött rézből készült alkatrészeken, vezetősíneken, vezetékeken, kihűlésüket követően is tapasztalhatók jellegzetes vöröses elszíneződések, hőfoltok. Ezek a foltok általában a tűz hatására alakulnak ki.



Sötétvörös elszíneződések

Ha több egymás mellett lévő azonos berendezés közül az egyikben eltérő mértékben tapasztalhatóak ezek, akkor ott valószínűsíthető egy előzetes, tartós előfűtött állapot jelenléte, amely egy megnövekedett ellenállás hatására alakulhatott ki.



A réz és alumínium vezeték szakszerűtlen összekötése. Ilyen esetben csak idő kérdése, hogy mikor lesz tűz, ugyanis ha a két anyag közvetlenül érintkezik egymással, akkor olyan mértékű oxidációs folyamat indul meg, hogy a kötés képes akár teljesen el is porladni.



Nagy átmeneti ellenállás miatt kialakult hibahely a sorkapcsoson



Fémolvadék képződés és fémvándorlás jelensége a hibahelynél

Villamos kiegyenlítő áram (kóboráram), katódos korrózióvédelem

Vezetőképes hálózatokban vagy hálózatrészekben kiegyenlítő áram (kóboráram) folyhat az alábbi esetekben:

- A nagy áramú elektromos berendezések áramkörei földelésen keresztül záródnak. A földelő rendszerekből az áramok kiléphetnek a talajba, és így kóboráramot okozhatnak. Jellegzetesen ilyen hatást okozhat egyenáramú vasúti vontatás, galvanizáló üzem, hegesztőgép stb.
- Villamos létesítmények hibáinál fellépő test- és földzárlatok miatt.
- A mágneses indukció miatt (pl. nagy áramerősségű vagy nagyfrekvenciás villamos létesítmények közelében.)
- Villámcsapást követően.



Nagyfeszültségű berendezések.

A szakirodalom a kiegyenlítő áramot (kóboráram) az alábbiak szerint definiálja: Villamos gépek és készülékek rendeltetésszerűen árammentes részeiben folyó áram (pl. csapágyáram) vagy földben, földbe ástott fémtesteken nem rendeltetésszerűen folyó áram (pl. a villamos vasutak áramkörében a sínekben kilépő áram). A talaj felszínén folyó kóboráramok következtében jön létre a lépésfeszültség.

Ha a kóboráramok vezetésére alkalmas hálózatrészeket szétválasztják, összekötik vagy áthidalják, akkor még csekély potenciálkülönbségek esetén is villamos szikrák, és/vagy ívek keletkezhetnek. Ezen kívül ezeknek az áramutaknak a felforrósodása miatt is lehetséges gyulladás.

Külső árammal táplált katódos korrózióvédelem alkalmazása esetén ugyancsak lehetségesek az említett gyújtásveszélyek.

A katódos korrózióvédelem feladata, hogy a védendő épületrészek korróziósebességét az építéstechnikailag szükséges határérték alatt tartsa. Ez esetben tehát nem helyreállítás, hanem az

aktuális állapot konzerválása a cél. A katódos korrózióvédelem nagy hagyományú eljárás, amelynek alkalmazását országos szabványok (DIN 12696) vagy irányelvek szabályozzák, s amellyel világszerte már több millió m³ vas-betont kezeltek.



Katódos korrózióvédelmi tervezés főbb elemei:

- védőáram igény meghatározása,
- katódállomások megtervezése, energiaellátás,
- anódföldelők helyének kiválasztása, méretezése, anyag és típus kiválasztása (felszíni-, mélyföldelő, stb.),
- potenciál-mérőhelyek megtervezése,
- idegen létesítmények védelmének kialakítása,
- üzembe helyezési és próbaüzemi tervdokumentáció készítése.

A katódos korrózióvédelem a vas anódos feloldódásának visszaszorításán alapszik, kétféle gyakorlati megoldással:

- a védendő rész felső, azaz a fegyverzethez közeli felszínére anódként cinkfóliát ragasztanak (vagy visznek fel szórással) és egymástól szabályos távolságra levő pontjain elektromos kapcsolatot létesítenek a fegyverzettel, amelyről ezáltal elhanyagolható mértékűre csökken a korróziós leoldás,
- ezúttal elektrokémiai értelemben vett nemesfémről, rendszerint titánból készült anódlemezrögzítésként tartósan, normál vagy fröccsbetonnal a felületre, a külső áram bevezetések ismét a fegyverzet képezi a katódot.

Az elektrokémiai klorid kivonáshoz elvben hasonló módon a fegyverzetet vagy a fokozatosan feloldódó „feláldozott” anód (Opferanode) által táplált, vagy a bevezetett külső áram védi. Az így létrejött elektronfluxus katódosan polarizálja a fegyverzetet, s ezáltal gyakorlatilag megszűnik a reakcióanódos rész, vagyis a vas oldása. Itt azonban a kloridkivonásnál sokkal kisebb feszültségre és áramsűrűsége (10–100 mA/m²) van szükség. Tekintettel a folyamatos árambevitelre, nem kell eltávolítani a kloridos tartományokat.

A katódos korrózióvédelem alapfeltétele a védendő fegyverzet részei közötti elektromosan vezető kapcsolat, amelyről előzetes ellen-állásmérésekkel kell meggyőződni. Meg kell továbbá vizsgálni, hogy a beton fedőréteg vastagsága miatt nem túl nagy-e az anód/katód távolság.

A korrózióvédelem kellő hatékonyságát beépített rendszer felügyeli az anódtérben reprezentatív kiválasztott mérőpontokkal, érzékelő viszonyítási elektródokkal, valamint felügyeleti adatokat lehívó és feljegyző berendezéssel. Ez utóbbi egyúttal az áramforrás működését is ellenőrzi.

Sztatikus elektromosság

Az elektrosztatikus szikra kialakulása egy komplex fizikai folyamat, összetett kölcsönhatás következménye. A szikra, azaz a kisülés fény, hang, és hőjelenséggel járó töltés kiegyenlítődési folyamat. Az elektrosztatikus kisülés leginkább egy kondenzátor kisüléséhez hasonlítható.

A jelenség kialakulásához általában valamilyen villamos szempontból alacsony vezetőképességű (szigetelő) anyag jelenléte szükséges, amelyben valamilyen ok miatt elektromos töltések halmozódnak fel.

Az elektrosztatikus kisülés a feltöltődött szigetelőanyag és általában egy földpotenciálra lévő, vagy a földpotenciálhoz valamilyen impedanciával elektromosan kapcsolódó villamos vezetőanyag között jön létre. A kisülést általában a töltésmennyiség növekedésével létrejövő nagy télerősség, és/vagy a két eltérő potenciálra lévő anyag egymáshoz közeledése, közelítése idézi elő.

A feltöltődés, vagy potenciálkülönbséges állapot létrejötte, azaz a termikus áram megszakadása többféle ok miatt kialakulhat:

- A töltéskiegyenlített anyag megbontása (érintkezés utáni szétválás, hasítás, darabolás, porlasztás, halmazállapot változás).
- Mechanikus hatás (mozgás, dörzsölés, súrlódás, ütés, nyomás).
- Ionizáció (a semleges molekulák szabadelektron általi ionizációja. Semleges atomok gerjesztése, azaz fotonenergia létrejötte, ami szabad elektront eredményez, és így tovább, stb.)

Akár napi gyakorisággal tapasztalható a sztatikus feltöltődés jelensége. A ruházati és egyéb viseleti cikkek gyártásánál alkalmazott műanyagok miatt nap, mint nap feltöltődhet a testünk. Ha például poliészter ruhát viselünk, a testünkben a feszültség akár 20.000 Volt is lehet, viszont az áramerősség ebben az esetben minimális, néhány tized mikroamper. Ilyenkor egy elektromosan vezető anyaghoz érve szűró érzés kíséretében érzékelhetjük a statikus kisüléssel járó következményeket. Az emberi test feltöltődésekor felszabaduló energia 20 mJ alatt van.

Egy másik lényeges fogalom a szikraérzékenység. Léteznek kis, átlagos, vagy közepes, nagy, továbbá rendkívül nagy szikraérzékenységű anyagok.

Az emberi test, vagy a tárgyak ilyen energiájú feltöltődésekor a létrejövő szikra nem gyújtja meg a **kis szikraérzékenységű anyagot**. Pl.: polietilén, polisztirolgyanta, polisztirol présanyag, vinilgyanta, keményítő, nyers keménygumi, műgumi, szén, szappan, stb.

Az **átlagosan szikraérzékenységű anyagot** a fojtott szikra (4 mJ alatti érték) veszélyezteti. Pl.: faliszit, sellak, kén, cellulóz-acetát, fenolgyanta, stb.

A **nagy szikraérzékenységű anyagokat** már a fojtott szikra is minden esetben meggyújtja. Pl.: propán, etán, metán, etilén, benzol, etilalkohol, metilalkohol, kénpor, magnéziumpor, propilén, propilénoxid, szilíciumpor, stb.

Rendkívül nagy szikraérzékenységű anyagok esetén már 0,1 mJ szikraenergia is (ez már néhány dm² szigetelőfelületen is kialakulhat) gyulladást eredményezhet. Pl.: acetilén, etilénoxid, hidrogén, kénhidrogén, stb.

Töltéslevezetés módjai:

- folyamatos keletkezés közbeni levezetés
- a felhalmozódott feltöltődés levezetése a föld felé energiakorlátozással (kisülés nélkül)
- a felhalmozódott feltöltődés levezetése a föld felé kisüléssel



Szikrakisülés



Koronakisülés



Kefekisülés



Kúszó kefekisülés



Feltöltődött tömeg felületi kisülése

A tűz- és robbanásveszélyes környezetben nem engedhető meg a gyújtóképes kisülés létrejötte. Ennek megakadályozására több lehetőség kínálkozik. Mindig a környezet és a technológia adottságainak figyelembevételével kell kiválasztani a módszert, esetleg több módszer együttes felhasználásával kell megoldást találni.

Az ipar területén a különböző új technológiai eljárások, feldolgozási folyamatok bevezetésénél, valamint a meglévő technológiák modernizációjánál, a korszerű szigetelő tulajdonságú anyagok alkalmazása törvényszerűen magával hozta a sztatikus feltöltődés problematikáját. A sztatikus feltöltődés elleni védelem, ezekben az esetekben már speciális tudást igényel.

Villámcsapás

A **villám** nagy energiájú, jellemzően természetes légköri kisülés. Keletkezhet felhő–felhő és felhő–föld között. Áramerőssége a 20-30.000 amper is eléri, kivételes esetekben meghaladhatja a 300.000 amper is.

A villám elektromos gázkisülés, amely a felhők között, vagy a talaj és felhők között jön létre. A villám keletkezése a felhők vízcseppjeinek, jégkristályainak sűrűlédására, szétterjedésére vezethető vissza. A tulajdonképpeni villámot elővillám vezet be, amely több lépésben ionizálja a levegőt, és így egyre nagyobb szakaszt vezetővé teszi. Eközben a földfelületről (vagy az ellentétes előjelű elektromossággal feltöltött felhő felől), főként a kiemelkedő részekből megindul az ellentétes előjelű elektromosság áramlása a felhő felé. Ugyanazon az ionizált légcatornán több villám is áthaladhat. A kisülésben szállított töltésmennyiség mindössze 1-2 Coulomb, de az igen rövid kisülési időtartam miatt 30-40.000 amperes áramerősség lép fel. A villám sebessége igen nagy, 180 km/s.

A szakemberek szerint 1-1 villámlás alkalmával átlagosan 180 kWh energia szabadul fel. A villámlások villámcsatornákon mozognak.

Megkülönböztetünk vonalvillámokat, felületi- és gömbvillámokat.



Felületi villám



Vonalvillám

A leggyakoribb a **vonalvillám**, ilyenekkel akár naponta találkozhatunk. A **felületi villám** közvetlenül nem látható, csak a felhőket világítja meg. A villám kékes-lila színét az oxigén emisszió (kibocsátó) vonalai okozzák.



Gömbvillám

A gömbvillámokra még nincs egyértelmű magyarázat. Több lehetséges megoldás is létezik. Elképzelhető, hogy a villámcsatornában felhalmozódott ionizált gáztömegekről vagy elektromos porfelhőkről van szó. A gömbvillámok színe általában narancssárga színű. Általános az a vélemény, miszerint a villámlás után eső várható. A kisülés után az elektromos mező már nem tartja magasban az esőcseppeket és a jégdarabokat, így azok aláhullanak.³

Fogalmak:

Villámcsatorna: A villámnak a levegőben létrehozott, villamosan vezető útja.

Részvillám: Egy előkisülés nyomán, ugyanazon a villámcsatornán végigfutó, egymást követő kisülések közül az egyik.

Előkisülés: A kialakulása közben a villámcsatornát előkészítő, gyenge fényű és a további kisülésekhez viszonyítva kis áramerősségű kisülés.

Főkisülés: Az előkisülés nyomában a villámcsatornán végigfutó, fényesen világító és nagy áramerősségű kisülés.

Ellenkisülés: A lefelé haladó előkisüléssel szemben a földből vagy földi tárgyaktól kiinduló kisülés.

Lefelé csapó villám: Olyan villám, amelynek előkisülése a felhőből a föld felé halad.

Fölfelé csapó villám: Olyan villám, amelynek előkisülése a földből vagy egy földi tárgyból indul ki, és a felhő felé halad.

Villámáram: A villám becsapási pontjában, a villámcsatornában folyó áram.

Villámáram-impulzus: A villámáramnak rövid ideig tartó, gyorsan változó, nagy áramerősségű áramlókése.

Villámáram-csúcsérték vagy villám-áramerősség (I): A villámáram pillanatértékei közül a legnagyobb.

Homlokidő: A villámáram-impulzus kezdetétől a villámáram-csúcsérték eléréséig eltelt idő.

Áram-merevedés (di/dt): A villámáram növekedésének a homlokidő folyamán elért legnagyobb értéke; a villámáram pillanatértékének az idő szerinti differenciálhányadosa.

³ A nagyenergiájú gammakitörések vizsgálatára üzembe állított Fermi gámsugár teleszkóp 14 hónapos működése során 2009-ben 17 alkalommal észlelte, hogy földi villámlás során nem csak elektronok, hanem pozitronok is keletkeztek (amik az elektronok antianyag-megfelelői). Az észlelést a World Wide Lightning Location Network is megerősítette. A bejelentés nem teljesen új, mivel hasonló energiájú gammakitöréseket már az 1990-es évek elején is észlelt a NASA Compton űrtávcső műholdja.

Töltésimpulzus ($\int i dt$): A villámcsatornán át kiegyenlítő villamos töltés; a villámáram pillanatértékének az idő szerinti integrálja.

Áramnégyzet-impulzus ($\int i^2 dt$): A villámáram pillanatértéke négyzetének az idő szerinti integrálja.

Becsapási pont: A villámcsatorna érintkezési pontja a földdel vagy egy földi tárggyal. Egy villámnak több becsapási pontja is lehet.

A villámcsapási helyekről kiindulva nagy áramerősségek folynak, amelyek a becsapási hely közvetlen környezetében szikrákat okozhatnak. Nem ritka, hogy a villámcsapás hatására egyszerre több, egymáshoz közeli lakóházban meghibásodnak, megrongálódnak az elektromos hálózatra csatlakoztatott eszközök, berendezések.

A villámcsapást tűzvizsgálati szempontból többek között elsődleges és másodlagos káros hatásai alapján lehet megközelíteni.

Elsődleges hatások

- **Hőhatás:** a rendkívül nagy áramerősség hatására a becsapódási hely, felület, vagy esetleg annak környéke, továbbá a becsapódásnak kitett vezető megolvad. Ilyen esetben fémolvadékok, vagy például fémlemezen villamos ívre jellemző lyuk(ak) keletkeznek, téglákon üvegmáz képződik, stb. A hőhatás egyben gyújtóhatást is jelent, jelenthet.
- **Romboló hatás:** falak, épületek szerkezeti elemei, stb. ledőlnek. Nedves anyagokban hirtelen gőz fejlődik, és fizikai robbanás következik be. Fák, gerendák, stb. megrepednek.

Másodlagos hatások:

- **Impulzus jellegű elektromágneses hatás:** villamos vezető anyagok elmozdulnak a helyükről, bennük különböző deformációk, szakadások jönnek létre.
- **Indukciós hatás:** a villámcsapás sújtotta elektromos vezetőn átfolyó villamos áram egy másik vele nem merőleges és tőle független vezetőben – közös föld potenciál szükséges – feszültséget indukál.



Vonalvillám tető-csúcsdíszbe csapott bele
(Hőhatás miatt lyukképződés)



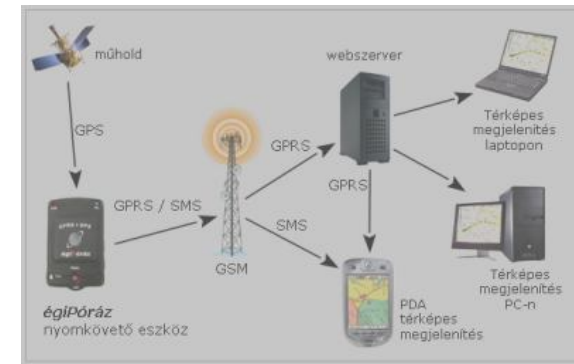
Villámcsapás hatására a szomszéd
kapucengőjének trafója szétrobbant.
(Impulzus jellegű elektromágneses hatás)

Rádiófrekvenciás (RF) elektromágneses hullámok a 104 Hz – 3 x 10¹² Hz frekvenciatartományban

Elektromágneses hullámokat minden olyan rendszer kibocsát, amely rádiófrekvenciás villamos energiát állít elő és használ (rádiófrekvenciás berendezések) pl. rádióadók, vagy melegítésre, szárításra, edzésre, hegesztésre, vágásra stb. szolgáló ipari, illetve orvosi RF-generátorok.

A sugárzómezőben található valamennyi vezető rész vevőantennaként működik. Ezek a vezetőképes részek elegendő térerősség és elegendő méretű vevőantenna esetén gyújtást okozhatnak a robbanóképes közegben.

A rádióhullámokat korunkban egyre szélesebb körben kerülnek felhasználásra.



Rádióhullámos jeltovábbítás (folyamatábra).

A mobiltelefon, hasonlóan más rádiófrekvenciás hullámokat sugárzó eszközhöz, gyújtásveszélyt jelenthet!⁴

⁴ Az Oklahoma Egyetem vezeték nélküli elektromágneses kutatásokkal foglalkozó részlege azt állítja, hogy a benzinkutaknál történő tankolás közben mindenki nyugodtan mobilozhat, ugyanis a mobiltelefonálás lényegében semmilyen veszélyt sem jelent az ilyen és ehhez hasonló esetekben. A egyetem munkatársai felhívják a figyelmet arra, hogy a tankolási folyamatra lényegében semmilyen hatást sem gyakorol a mobilozás, vagyis teljesen minimális az esélye annak, hogy mobiltelefonálás miatt tűz üssön ki a benzinkutakon" - nyilatkozta Glenn Kuriger, az Oklahoma Egyetem egyik kutatója.

1999-ben kezdtünk vizsgálni az ügyel kapcsolatban, így immár több éves tapasztalatunk van azzal kapcsolatban, hogy a tankolás közbeni mobiltelefonálás veszélyes-e, avagy sem. Vizsgálati eredményeink alapján biztosan állíthatom, hogy a tankolási folyamatra lényegében semmilyen hatást sem gyakorol a mobilozás, vagyis teljesen minimális az esélye annak, hogy mobiltelefonálás miatt tűz üssön ki a benzinkutakon" - nyilatkozta Glenn Kuriger, az Oklahoma Egyetem egyik kutatója.

Dr. Hank Grant, az egyetem egy másik munkatársa szerint a mobiltelefonálás okozta benzinkút tüzesetek nem többek egyszerű kitalációknál, ugyanis mindeddig egyetlen benzinkút tűznél, vagy robbanásnál sem lehetett bizonyítani,



A mikrohullámú sütők is ebben a frekvencia tartományban (2,4-2,6 GHz) működnek. Ennek ellenére, mivel használatuk szinte kizárólag a konyhai környezetben történik, a rádiófrekvenciás hullámsugárzóként nem jelentenek potenciális gyújtóforrást.

A rádiófrekvenciás hullámok gyújtóforrásként vehetők figyelembe, ha a sugárzás útjában vezetőképes, de nem földelt tárgy van és a rajta felhalmozódó feltöltődés kislülhet egy földelt tárgy felé!

Természetesen a kislülés gyújtóképessége függ a sugárzás energiájától, a feltöltődött tárgy méretétől és vezetőképessége mértékétől – de mivel ezen jellemzők együttese nem általánosan meghatározható, így a mobiltelefonok kislülése a járható út.

hogy annak háttérben mobiltelefonálás állt volna. Grant elmondta, hogy régebben, amikor a mobil készülékek még jelentősen erősebben sugároztak, az ilyen esetekben még volt némi tűzveszély, azonban a jelenlegi mobilok már teljesen veszélytelenek.

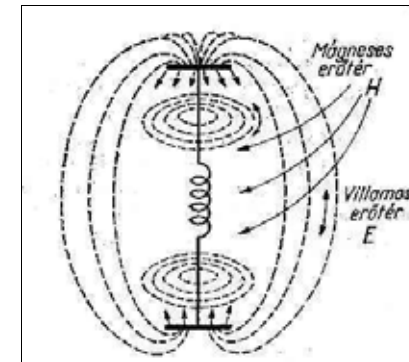
Elektromágneses hullámok a 3×10^{11} Hz - 3×10^{15} Hz frekvenciatartományban

Az elektromágneses hullámok létezését Henrich Hertz (1857-1894) német fizikus mutatta ki kísérletileg. Hertz azt is kimutatta, hogy ezek az elektromágneses hullámok, a fényvel azonos sebességgel egyenes vonalban terjednek, visszaverődnek, megtörnek, sőt interferencia, polarizáció, diffrakció, és Doppler-hatás is tapasztalható.

Tehát az elektromágneses hullámok transzverzális hullámok.

Az elektromágneses rezgést **párhuzamos rezgőkör** segítségével állítják elő, amely egy kondenzátorból és egy vele összekapcsolt tekercsből áll.

Ha a kondenzátort feltöltjük, majd kiiktatva az áramforrást zárjuk az áramkört. A feltöltött kondenzátor fégyvezetei között elektromos mező alakul ki. Amikor a tekercsen át az elektronok áramolnak, akkor a tekercsben mágneses mező jön létre.



Elektromágneses hullám elvi rajza

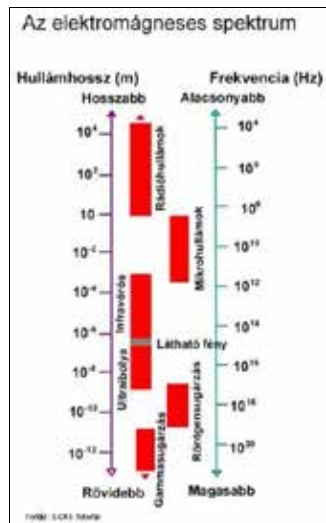
Váltakozva lesz tehát jelen az elektromos és a mágneses tér, elektromágneses rezgés alakul ki. Ez az átalakulás addig tart, míg az elektromágneses energia hő formájában szét nem szóródik a környezetben. Az így létrejött rezgést szabadrezgésnek nevezik.

Csillapított elektromágneses rezgés jön létre, mert a lezajló folyamatok növelik a rezgőkörnek és a környezetnek a belső energiáját. Ezt a rezgőkör tagjainak felmelegedése jelzi.

Ha sikerül a rezgőkör energiáját folyamatosan pótolni, akkor csillapítatlan rezgéseket lehet előállítani.

A csillapítatlan elektromágneses rezgést létrehozó kapcsolást oszcillátornak nevezzük.

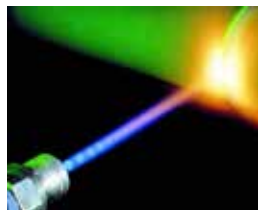
Az elektromágneses hullámokat a hullámhosszuk vagy a frekvenciájuk alapján csoportosíthatjuk. Ennek alapján a **TELJES ELEKTROMÁGNESES SPEKTRUM RÉSZEI**:



A 3×10^{11} Hz - 3×10^{15} Hz frekvenciatartományban lévő sugárzás — különösen fókuszálás esetén **robbanóképes közegben** vagy **szilárd felületeken** való adszorpció miatt gyújtóforrássá válhat.

A **napfény**, gyújtást idézhet elő, ha a tárgyak a sugarakat fókuszolják (pl. lencseként működő üvegek, homorú tükrök). Az **erős fényforrások** sugárzása bizonyos körülmények között a porrészecskék miatt olyan erősen adszorbeálódik, hogy ezek a részecskék a robbanóképes közeg vagy porlerakódások számára gyújtóforrássá válhatnak.

Lézersugárzás esetén (pl. távközlésnél, távmérő eszközöknél, földmérésnél, látótávolság mérésnél) még nagy távolságokban is, még a fókuszolatlan sugárzás energiája vagy teljesítménysűrűsége is olyan nagy lehet, hogy a gyújtás létrejöhet.



Lézersugár.

Ilyenkor a felmelegedés főleg a lézersugár szilárd felületekre való beesése miatt vagy légköri porrészecskék, avagy szennyezett, fényáteresztő részek adszorpciója miatt lép fel.

Ionizáló sugárzás

A sugárzásokkal kapcsolatos tudomány, a radiológia a különböző sugárzásokat sokféle módon feloszthatja fel. Megkülönböztet például anyagsugárzást (korpuszkuláris sugárzás) és elektromágneses sugárzást, ugyanakkor feloszthatja őket ionizáló és nem ionizáló sugárzás fajtákra, ezen kívül előállításuk, illetve egészségkárosító hatásuk szerint is, stb. csoportosíthatók.

A 12,5 eV-nál nagyobb energiájú elektromágneses vagy korpuszkuláris sugárzás a különböző anyagokban, pl. az emberi szervezetben elnyelődve a molekulák atomjainak bontásával ionokat tud létrehozni, ezért ezeket a sugárzásokat **ionizáló sugárzásnak** nevezzük. Ionizáló sugárzásokat egyes radioaktív izotópok, illetve egyes gép berendezések (pl. röntgen készülék) hoznak létre. A **radioaktív izotópokat** bomlásuk felezési idejével jellemezzük.

A sugárzás típusa	A sugárforrás ereje	A sugárzás hatótávolsága
α -sugárzás	gyenge	kicsi
β -sugárzás	közepes	közepes
γ -sugárzás	erős	nagy
neutron-sugárzás	erős	nagyon nagy

A radioaktív izotópok rövid hatótávolságú (néhány cm) **α -sugárzást** (He atommag, azaz ${}^4\text{He}^{2+}$), hosszabb hatótávolságú (néhány cm és több méter között) **β -sugárzást** (az atommagból a bomlás pillanatában kilépő elektronok vagy pozitronok) és igen nagy hatótávolságú és áthatoló képességű **γ -sugárzást** (az atomból kilépő röntgensugárzás) bocsáthatnak ki. Ezen kívül spontán maghasadáskor vagy neutron generátorok hatására **neutronsugárzás** is létrejöhet. A röntgensugárzás igen nagy energiát képvisel (keV nagyságrendű)

A sugárzások biológiai rendszerekre gyakorolt hatását Gray (Gy) egységben adják meg, ami 1 joule/kg egységben elnyelt dózist jelent. A biológiai hatás erőssége egyenesen arányos az elnyelt energiával. A sugárzás okozta egészségi károsodásnak helyi (lokális) és az egész szervezetet érintő következményeit megkülönböztetjük.

A <250 mGy sugárdózis általában nem okoz egészség károsodást, az 1 Gy értéknél nagyobb dózis már feltétlenül panaszokat okoz. A besugárzottak felét elpusztítja a 3 Gy értéknél nagyobb sugárzás és a 6 Gy nagyságú sugárzást senki sem éli túl. A kozmikus sugárzás és a Földkéreg sugárzása következtében állandó háttérsugárzásban élünk (kb. 1,02 Sv), amely az emberi tevékenység következtében nő.

A sugárzás minőségét is figyelembe veszi a kapott dózis mellett a Sievert (Sv) mértékegység. $\text{Sv} = 1\text{Gy} \times Q$, ahol Q az egyes sugárfajták minőségi tényezője (röntgen, γ , elektron $Q=1$, neutron, proton $Q=10$, α $Q=20$).

A radioaktív izotópok mennyiségét aktivitásukkal szokták jellemezni. A sugárzó anyag esetében ugyanis nem az anyag tömege, hanem az időegység alatt bekövetkező bomlások száma a jellemző. Az aktivitás egysége a Curie (C). Egy radioaktív izotóp azon mennyiségének 1C az aktivitása, amelyben a bomlások száma másodpercenként $3,7 \times 10^{10}$, ezen kívül használják a Rutherford egységet (R) is, amely 10^6 bomlás/sec.

Az **ionizáló sugárzás**, amely pl. röntgensövek és radioaktív anyagok miatt keletkezik, meggyújthatja a robbanóképes közeget (különösen a robbanóképes porokat) az energia adszorpciója következtében.

Ezen kívül maga a **radioaktív forrás** is annyira felmelegedhet a sugárzási energia adszorpciója miatt, hogy túllépheti a környezetében lévő robbanóképes közeg legkisebb gyulladási energiáját.

Az ionizáló sugárzás **kémiai bomlást** vagy más olyan reakciót okozhat, amelyben nagyon reakcióképes gyökök, vagy instabil kémiai kötések keletkeznek. Ez szintén gyulladáshoz vezethet. (pl. a víz radiolízise miatt oxigén-hidrogén keverék)

Ultrahang

Az ultrahang egy emberi érzékszervekkel nem érzékelhető jelenség, egy mechanikai rezgés, mely 20 kHz és 100 MHz közötti frekvencián mozog. Az emberi fül túlságosan fejletlen ahhoz, hogy ezt érzékelni tudja. Néhány állat, képes az ultrahang kibocsátására és érzékelésére. Ezek segítségével nagyon pontosan tájékozódik.

A technika vívmányai közé tartozik az ultrahang mesterséges előállítása, mely sok területen hasznosítható, leggyakoribb felhasználása a gyógyászatban van, mely igen jelentős fejlődés a gyógyítás és a megelőzés területén. A gyógyászatban használatos ultrahang készülékek a rádiófrekvenciás jeleket alakítják át monitorképpé, így téve láthatóvá azokat a belső szerveket, melyek vizsgálat tárgyát képezik.

Ultrahangos méréseket a vízben elhelyezkedő maradványok feltárásához is alkalmaznak. A mérés a szonda által kibocsátott, a hallhatónál jóval nagyobb rezgésszámú ultrahangjelek visszaverődését használja leképészésre.

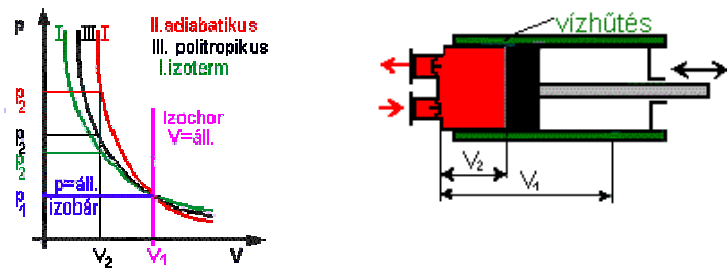


4. számú ábra: Az ultrahangos szonár mérésének elve.

Ultrahang alkalmazásakor a hangátalakítóból kibocsátott energia nagy részét szilárd vagy folyékony anyag nyeli el. Ennek eredményeként a besugárzott anyag olyan erősen felforrósodik, hogy extrém esetben gyújtóforrássá válhat.

Adiabatikus kompresszió és lökeshullámok

Adiabatikus állapotváltozásról beszélünk, ha a tökéletes gáz állapotváltozása a környezettől termikusan elszigetelt térben megy végbe ($\Delta Q=0$). Mivel a rendszer és a környezete között nincs hőcsere, a sűrítési munka a gáz belső energiáját növeli, ezért a gáz felmelegszik, expanzió során pedig csökken a gáz belső energiája, ezért lehűl. Az adiabatikus állapotváltozás törvénye: $p \cdot V^\kappa = \text{állandó}$. Két állapot között tehát $p_1 \cdot V_1^\kappa = p_2 \cdot V_2^\kappa$; ahol a κ (kappa) az adiabatikus állapotváltozási kitevő (fajhő viszony), az állandó nyomáson vett fajhő (c_p) és az állandó térfogaton vett fajhő (c_v) hányadosa, $\kappa = c_p/c_v$; A V kitevője $\kappa > 1$, a p-V diagram az izotermánál meredekebb hiperbola.



Izoterm állapotváltozásnál $p \cdot V = \text{állandó}$,
a V kitevője 1, ezért a görbe egyenlő oldalú hiperbola.

Izobár állapotváltozásnál $p = \text{állandó}$,
a V kitevője 0, ezért a diagram egy vízszintes egyenes.

Izochor állapotváltozásnál $V = \text{állandó}$,
ezért a diagram egy függőleges egyenes.

Adiabatikus állapotváltozásnál $p \cdot V^\kappa = \text{állandó}$,
a V kitevője $\kappa > 1$, a diagram az izotermánál meredekebb hiperbola.

Politropikus állapotváltozásnál $p \cdot V^n = \text{állandó}$,
a V kitevője $n = (1 < n < \kappa)$,
a diagram az izoterm és az adiabata között futó hiperbola.

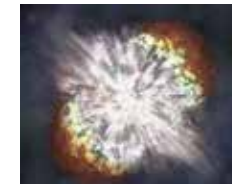
Lökeshullámnak nevezzük azt a folyamatot, amikor egyetlen zavar (a lökés) terjed a közegben. A lökeshullámokkal kapcsolatban a legjelentősebb kutatást, 1905-ben **Zemplén Győző** végezte el és hozta nyilvánosságra eredményeit Párizsban. Eredményét aztán hazánkban is közreadta „A lökeshullámok elméletéhez” című tanulmányában a Matematikai és Fizikai Lapokban. Következtetéseit a legjobban az ő szavaival idézhetjük: „...a gázokban csakis sűrítő lökeshullámok terjednek tova...” Vagyis a lökés csak arrafelé terjedhet, amerre kisebb a sűrűség értéke. „...Hiszen a lökeshullámnál a sűrűdéshez hasonló módon mozgási energia alakul át hővé, a ritkító lökésnél azonban az ellenkező folyamatnak kellene végbemenni, ez utóbbi azonban a termodinamika második főtétele értelmében lehetetlen ... A hullámfronton átvonuló gáztömeg hőt vesz fel, tehát entrópiája növekszik, a gáz többi része adiabatikus változást szenved. A sűrítő lökeshullám

átvonulása növeli az egész gáz entrópiáját. Megfordítva: a ritkító lökeshullám éppen csökkentené a gáz entrópiáját, ez azonban az említett második főtétel alapján lehetetlen.”

Zemplén Győző tételének érvényességét a hidrodinamika valódi folyadékai vagy gázai esetében, sőt a bonyolultabb magneto-hidrodinamikában is igazolták, azóta a vizsgálatok. Külön ki kell emelnünk Zemplén eredményei közül azt, hogy ideális gázban (folyadékokban) a lökés frontja vagy áll a folyadékhoz képest, vagy a közegbeli hangsebességgel halad.

Az **adiabatikus vagy közel adiabatikus kompresszió esetén és a lökeshullámokban** olyan magas hőmérsékletek léphetnek fel, amelytől a robbanóképes közeg (pl. ülepedett por) meggyulladhat. A hőmérséklet-emelkedés főleg a nyomásviszonyoktól függ, nem pedig a nyomáskülönbségtől. A légsűrítők nyomóvezetékeiben és az ilyen vezetékekhez csatlakozó tartályokban a kenőolajkódok kompressziós gyulladása következtében robbanás léphet fel.

Lökeshullámok alakulnak ki pl. a csővezetékben a nagy nyomású gázok pillanatnyi kitágulásakor.



Gyors lökeshullám (szupernóva robbanás).

Ezek a hullámok hangsebesség feletti sebességgel nyomulnak előre az alacsonyabb nyomású területekre. A hullámok csőhajlatokon, szűkületeken, összekötő karimákon, zárt tolózáron vagy hasonló szerkezeteken való megtörésekor vagy visszaverődésekor különösen magas hőmérsékletek léphetnek fel.

Az **erősen oxidáló gázokat** pl. tiszta oxigént vagy nagy oxigén részarányú gázkezeget tartalmazó készülékek, védőrendszerek és elemek az adiabatikus kompresszió, a lökeshullámok hatására, vagy pedig tiszta gázáramok miatt effektív gyújtóforrásokká válhatnak, mivel eközben a kenőanyagok, a tömítések és maguk a szerkezeti anyagok gyulladhatnak meg.



Wienmann Oxitron 3
otthoni/mobil lélegeztető
rendszer.



Repülőgép oxigéntartálya.

Ha a készülékek, védőrendszerek és elemek eltörnek, ezek a részek gyújtják meg a környező robbanóképes közeget.

Exoterm reakciók, beleértve a porok öngyulladását

Az **exoterm** (hőtermelő) reakciók akkor lehetnek gyújtóforrások, ha a hőtermelés mértéke nagyobb, mint a környezeti hőveszteség mértéke. Sok kémiai reakció fut le exoterm módon.



Az, hogy egy kémiai reakció esetén előáll-e a nagy hőmérséklet az elsősorban a reakciórendszer térfogat/felület viszonyától, a környezeti hőmérséklettől és a tartózkodási időtől függ. Ezek a nagy hőmérsékletek mind a robbanóképes közeg meggyújtásához, mind izzó fészkek és/vagy tüzek keletkezéséhez vezetnek.

A gyújtóforrásként szóba jöhető exoterm reakciók — beleértve a porok öngyulladását is — fő típusai:

- **Piroforos anyagok levegővel való reakciója:** Piroforos anyagnak nevezünk minden olyan anyagot, amely a levegővel érintkezve képes magától meggyulladni



Piroforos anyag levegővel érintkezve.

Ismertebb példái a piroforos anyagoknak a fehérfoszfor, foszfor-hidrogén (foszfín) és trimetil-alumínium. A foszfín okozza a mocsarakban a „lidércfény” nevű jelenséget, ami foszfor tartalmú szerves anyagok lebomlásakor és oxidációjakor keletkezik

Az öngyulladó anyagok között a legérdekesebbek az ilyen tulajdonságú, finom eloszlású fémek (kobalt, nikkel, vas és a ritkaföldfémek). Ezekből készül a tűzkő.



Piroforos vas előállítása.



Tűzkő.

Öngyulladásra hajlamos anyagok még a nyersfa, a szénpor és a különböző olajokkal átitatott textíliák

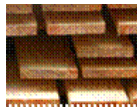
- **Az alkáli fémek (pl.: Na, K, stb.) vízzel alkotott reakciói.** Az alkálifémek közül a nátrium rendkívül nagy reakcióképességű anyag. A vízzel rendkívül heves reakcióba lép, melynek során gyúlékony és robbanékony hidrogéngáz fejlődik. A hidrogéngáz a reakcióhőtől pedig könnyen meggyullad.
- **Éghető porok öngyulladása, porrobbanás.** A porok szinte mindenütt jelen vannak, a levegő szintén. Amikor éghető por rakódik le forró felületen, mint például túlmelegedett elektromos motorokon, parázsló tüzek jöhetnek létre.



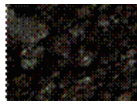
Porrobbanás Fejér megyében

A parázsló tüzek robbanást okozhatnak, amennyiben felverik a port, például egy ablak kinyitásával. A porrobbanás különösen veszélyes, mert a lökéshullám még több port verhet fel és ez egy láncreakciót indíthat el.

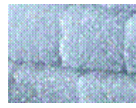
Porrobbanásra hajlamos anyagok:



Faforgács



Szénpor



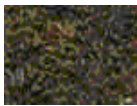
Cukor



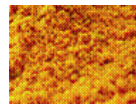
Búza



Kávé



Tea



Mustárpor



Alumínium

Magyarországon minden évben, Európában pedig évente 2000 alkalommal történik, átlagosan 6,5 millió Ft kárértékkel porrobbanás! Ennek következtében minden évben többen meghalnak, illetve megsérülnek.

- **A takarmányok (szálas és szemes takarmányok) biológiai folyamatok miatti öngyulladás:** Bizonyos mezőgazdasági termények, ezen belül szalastakarmányok: széna, lucerna, stb. önmelegedésre, öngyulladásra hajlamosak. A tüzeset kialakulásához komplex feltétel-együttesnek, rendszernek kell teljesülnie. A bálázott, vagy kazalba rakott, stb.

termény bizonyos fokú —kb. 16 % feletti— nedvességtartalommal kell, hogy rendelkezzen. Csak a nagy tömegben, és a megfelelő mértékben ki nem szárított szalastakarmány esetében jöhet létre a káros hőtermelő folyamat.



Szálas takarmánytárolás kazalban



Szálas takarmánytárolás fedett tárolóban



Szemes takarmánytárolás silókban

Ehhez a tényezőhöz rossz szellőzésnek is párosulnia kell. Az eseményfolyam szekvenciálisan biológiai és kémiai fázisokra, amelyek még további lépésekre bonthatóak:

Biológiai:

1. Kezdetben a termény-halomban a még élő sejtek anyagcseréje, továbbá a statikus nyomás hőmérséklet-növekedést eredményez.
2. A nedves meleg hatására a növényi sejtek bomlásnak indulnak, amit bomlási hőenergia fejlődése követ.
3. Kedvező életfeltételek alakulnak ki bizonyos mikroorganizmusok (baktériumok, gombák) számára, amelyek segítik, gyorsítják a növényi sejtek lebomlását.
4. Körülbelül 40 °C-nál a mikroorganizmusok elpusztulnak és átadják a helyüket az úgynevezett thermophil baktériumoknak, amelyek egyébként például trágyában fordulnak elő. A melegtűrő baktériumok szintén a szerves anyag lebontásában játszanak szerepet. Amikor a hőmérséklet eléri a 70-80 °C-ot, akkor ezek a mikroorganizmusok is elpusztulnak.

Kémiai:

1. A biológiai szakasz alatt keletkezett termékek, szenek autooxidációja, önoxidációja tovább növeli a keletkezett hőmennyiséget.
2. A hő-akkumulációs folyamat a takarmány meggyulladásáig (280-300 °C) tart.

A fentihez hasonló öngyulladási jelenség léphet föl még különböző szemes termények, olajos magvak tárolása esetén is.

- **Szerves peroxidok bomlása.** A szerves peroxidok (pl. benzoi-peroxid) széles körben használatosak gyökös láncreakciók iniciátoraként. A szerves peroxidok közül különösen *azok veszélyesek, melyek éter típusú* vegyületekből képződnek tárolás során. Ezek termikusan labilis, önmagukban is robbanékony vegyületek.
- **Polimerizációs reakciók:** A műanyagipar egyik legfontosabb eljárása a polimerizáció. A polimerizáció, mint az exoterm reakciók jelentős része hajlamos a gyors hőmérsékletemelkedésre az ún. „megfúásra”, ezért a megengedhető hőmérsékletemelkedés pld. A PVC-nél 1 °C-on belül van. A technológia hőmérsékletszabályozását részben — a helyi túlemelegedés elkerülése és a hőátadó felületek jó kihasználása érdekében — a reaktor köpenyterében lévő hűtővíz keringtetésével oldják meg. (Pl. egy 20 m³-es reaktor esetén, 3 m³ hűtőtér és 100 m³/h teljesítményű keringtető szivattyú üzemel) Ezentúl a hőmérsékletszabályozást a különböző módon vezérelt szelepek is biztosítják (pl. az anyagbeáramlást a mérleg véghelyzet kapcsolója által vezérelt mágneses szelepek szabályozzák; a gőzszelep teljes lezárását követően nyílik a hűtővízszelep és viszont stb.)
- **A katalizátorok** (pl. hidrogén-levegő keveréknél a platina) **miatti energia felszabadulás.** Több évtizede már, hogy a platina alapú katalizátorok az ipari érdeklődés középpontjába kerültek a benzinreformálásban, illetve a petrol- és finomkémiai szintézisekben.
- **A szerkezeti anyagok és a kemikáliák néhány kombinációja** (pl. réz acetilénnel, vagy nehézfémek hidrogén peroxiddal).

Felhasznált irodalom:

- http://www.vedelem.hu/files/UserFiles/File/Jegyzethez/rbea%20_M2_.pdf
- http://www.vedelem.hu/files/UserFiles/File/Jegyzethez/rbea%20_M6_.pdf
- <http://www.combustion.uni-miskolc.hu/oktatas/jegyzetek/porrobbanas-eloadas.pdf>
- http://www.emex.hu/index_elemei/porrobbanas.htm
- <http://www.freeweb.hu/vandegraaff/stat.htm>
- <http://rozifegyencei.uw.hu/Gaztorvenyek/index.htm>
- <http://astro.elte.hu/astro/hun/oktatas/jegyzetek/CsillanyagJegyzet/node114-117.html>
- <http://www.rmki.kfki.hu/~foldes/speckoll.pdf>
- <http://www.hosugarzo.hu/>
- <http://www.ezermester.hu/articles/article.php?getarticle=974>
- http://pest.katasztrofavedelem.hu/files/UserFiles/File/tovabbkepzes/Kecskes_Csaba.pdf
- <http://www.gepmi.hu/eloadas.pdf>
- <http://www.kfki.hu/chemonet/hun/teazo/xmas/gyertya.html>
- <http://legradiautosbolt.hu/kepek/termek/kifufogorenszer.jpg>
- <http://www.erdkemenysepro.hu/cikkek/az-egestermekek-elvezetesenek-kialakitasakor-elofordulo-gyakori-hibak>
- <http://www.furanflex-original.com/images/uploads/3-1-1.jpg>
- http://www.ezermester.hu/articles/images/2002/01/koszo_10.jpg
- <http://bamako.secureweb.hu/wp-content/uploads/2009/01/dsc00692-300x225.jpg>
- http://prohardver.hu/dl/cnt/2006-02/1022/liberty_inside_b.jpg
- http://elektroexpressz.hu/shop_ordered/5495/shop_pic/unas_357994.jpg

- <http://eki.sze.hu/ejegyzet/ejegyzet/petrkozom/76kozmu.html>
- http://www.omikk.bme.hu/collections/mgi_fulltext/uzem/2006/01/0104.pdf
- http://www.schuck.hu/html/Termek/Korroziovedelem/korrozio_alt.htm
- <http://www.freeweb.hu/hmika/Lexikon/Html/Koborara.htm>
- <http://80.77.123.8/408/do16VTgcSb/thumb.jpg>
- http://www.czuczor.com/e107_images/newspost_images/jedl6.jpg
- <http://www.kovox.hu/pic/Nagyfeszkep/foldelo/hordozhato.foldelo.rovidzar.jpg>
- <http://www.hunyadi.hu/files/userfiles/Image/Fojtos%20kep%20kicsi.jpg>
- http://www.puskas.hu/r_tanfolyam/egyenaram.pdf
- <http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/villamosszigetelestechnika.pdf>
- <http://pixinfo.com/hu/blog/wp-content/uploads/2009/02/villamlas.jpg>
- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Vill%C3%A1m>
- http://www.met.hu/omsz.php?almenu_id=misc&pid=metsuli&mpx=0&pri=1&sm0=&dti=3&tf_i=0
- http://www.albatrezor.hu/docs/05_BMI_villamvedelem.pdf
- http://www.terminal.hu/cikk.php?article_id=16890&kap=23428
- http://www.ertms.hu/modulok/DOK_Radiohullamok%20es%20antennak.pdf
- <http://web.t-online.hu/jkosary/files/KJ-MV-2005.doc>
- http://www.bgszi.sulinet.hu/letolt/fizika/elektmagn_hull.pdf
- http://www.fomi.hu/taverzekeles_oktatoanyag/kepek/04.jpg
- <http://allatnyomkoveto.hu/uploads/images/sematikus.png>
- http://www.4dultrahang.org/mi_a_4d_ultrahang
- <http://wiki.ham.hu/images/4/42/EH2.jpg>
- http://www.termesztvilaga.hu/fizika_eve/fizika/abonyi1.html
- http://www.technet.hu/data/cikk/1/35/11/cikk_13511/3.jpg
- <http://www.freeweb.hu/hmika/Erdekes/Html/Regesztet.htm>
- http://www.kiralyendre.hu/Vincze_Kati/vegyszerek/natrium.pdf
- <http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kidw/0/21111/index.html>
- http://globalplaza.hu/images/uploaded_images/product/291477.jpg
- <http://www2.chem.elte.hu/altkem/olimpia/prep/prep4.html>
- http://kemia.ektf.hu/csuti/robbanoanyagok_1.ppt
- <http://doapc14.iit.uni-miskolc.hu/education/ematerial/polymer.pdf>
- http://twilight.vein.hu/phd_dolgozatok/gyorffynora/ertekezes.pdf
- <http://www.origo.hu/i/0808/20080806repulogep19.jpg>
- http://www.slando.hu/photos/live/27/wienmann_oxitron_3_otthoni_mobil_lelegezeto_rendszer_16596627_1_F.jpg
- <http://www.origo.hu/i/0705/20070509szupernov2.jpg>
- http://farm3.static.flickr.com/2292/2053656466_2f4702fad2.jpg?v=1195772739
- http://iandh.lapunk.hu/tarhely/iandh/kepek/fedett_szenatarolo.jpg
- <http://static.panoramio.com/photos/original/18896613.jpg>
- **A tűzvizsgálat alapjai** - Bartha Iván, Fentor László, Főváros Tűzoltóparancsnokság 2006.
- **Villamos szigetelés technika** - Dr. Patkó János, Bognár Sándor, Műszaki Könyvkiadó 1973.
- **Villamosság tan** –Demeter Károlyné, Dén Gábor, Budapesti Műszaki Főiskola, 2006.
- MSZ EN 1127-1:2000 szabvány
- 28/2011. (IX. 6.) BM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról

II. Otthonjellegű létesítmények tűzvizsgálata



A feldolgozott téma szakszerű értelmezése igényli az alapvető tűzvizsgálati fogalmak, definíciók és az általános tüzeseti helyszíni szemle lebonyolításának ismeretét. A tűzvizsgálati témakörben korábban született írott ismeretanyag: *A tűzvizsgálat kézikönyve*, *A tűzvizsgálat alapjai* és *A tűzvizsgálat taktikája* című könyvekben foglaltak, továbbá az égélmélet ismerete szükséges a téma speciális, egyedi vonatkozásainak elsajátításához.

A kialakuló tüzesetek jelentős része zárt térben, épített környezetben keletkezik. Ezen a részalmazson belül is a lezajló tüzek nagy része otthonjellegű létesítményekben (többlakásos lakóépületekben, családi házakban, szállásjellegű építményekben, stb.) és az azokhoz rendeltetésszerűen kapcsolódó építményekben (kerti tárolókban, gépjármű tárolókban, stb.) keletkezik. A nagyszámú eset és az emberi életvitel szempontjából, mivel életünk jelentős részét épített környezetben éljük, tűzvédelmi aspektusból kiemelkedő fontosságú a téma vizsgálata. A fejezet aktualitása kétségbe vonhatatlan, örökérvényű, a komplex, mérnöki szemléletű tűzvédelem területén elhanyagolhatatlan tényező. A tűzvédelem hármas egységének (tűzmegelőzés – tűzoltás – tűzvizsgálat) egyik alappillére. A fejezet célja mérnöki, elméleti alapokon nyugvó szemlélettel bemutatni a gyakorlatban tapasztalható jelenségeket, körülményeket, hogy egy operatív tüzeseti helyszínelésnél már tudatosan, a lényegre fókuszálva lehessen objektív bizonyítékokat gyűjteni, az elméleti, vizsgálati levezetéshez szükséges információhalmazt szelektálva feldolgozni, hogy a tűzvizsgálat érdemben, szakmailag alátámasztott legyen, és a tűzvédelem másik két alappillére a levont tanulságok, vizsgálati eredmények által tovább fejleszhetővé váljon.



Otthonjellegű létesítmények

Az épített környezetben, zárt térben kialakuló tüzek jellemzőit gyakorlatilag teljes mértékben az otthonjellegű létesítmények tüzesetei (a zárttéri tüzek szempontjából) lefedik – így a téma túlmutat az építészeti funkció által felállított határokon – és egy-két kisebb-nagyobb speciális jellemzőt leszámítva nagy biztonsággal adaptálható középületekre, ipari- és mezőgazdasági építményekre is.

A mérnöki szemléletű tűzvizsgálat elvégzéséhez szükséges a téma alapos és részletekbe menő elméleti ismerete, amely nagyban megkönnyíti a tüzeseti helyszíni szemlék és a további vizsgálatok teljes körű elvégzését. A tűzvizsgálat lefolytatásához szükséges ismeretek csak analitikus módszerrel közölhetők. Ehhez azonban alapvető elemeire kell bontani a témakört, amely egységek, koherens módon, de független részmákként épülnek fel.

Épülettüzek esetében egy hármas, egymásra nagymértékben ható egységről beszélhetünk, amely az ember – épület – tűz részegységekből álló komplex jelenséget alkot. Ezen hármas viszonya határozza meg az adott tüzesetek lefolyását.

A három fő tényező természetesen további altényezőkre bontható, amelyek, mint egy-egy egyenlet változó jellemzik, befolyásolják a tüzeseteket. A változók variálhatósága, és sokfélesége teszi

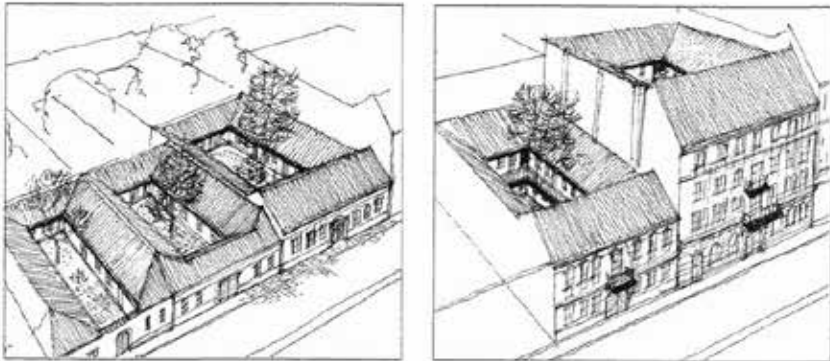
valamennyi típusűzet is egyedivé, és különbözővé bármelyik másiktól, ezért pontos algoritmust nem lehet adni a tűzvizsgálatok megoldásaira, de speciális látásmódot kialakító a lényegre irányító elveket, tapasztalati és mérnöki módszereket igen. Ezek minél pontosabb ismeretében végezhetjük el a legteljesebb, legkevesebb ismeretlennel bíró „egyenletet”, a tűzvizsgálatot. Jelen fejezet a három fő csoportból az **épület** csoportot taglalja, a **tűz** csoport zárt téri jellemzői (alcsoportja) alapján. Az emberi tényező ezen szempontrendszer szerint a tűz keletkezésében, továbbá túlmutatva a tűzvizsgálat témakörén a preventív tűzvédelemben játszik elsődleges szerepet.

Építmény, épület, otthonjellegű építmény

Építmény: építési tevékenységgel létrehozott, illetve késztermékként az építési helyszínre szállított, – rendeltetésére, szerkezeti megoldására, anyagára, készültési fokára és kiterjedésére tekintet nélkül – minden olyan helyhez kötött műszaki alkotás, amely a terepszint, a víz vagy az azok alatti talaj, illetve azok feletti légtér megváltoztatásával, beépítésével jön létre (az építmény az épület és műtárgy gyűjtőfogalma).

Épület: jellemzően emberi tartózkodás céljára szolgáló építmény, amely szerkezeteivel részben vagy egészben teret, helyiséget vagy ezek együttesét zárja körül meghatározott rendeltetés vagy rendeltetésével összefüggő tevékenység, avagy rendszeres munkavégzés, illetve tárolás céljából.

Lakóépület: jellemzően lakást és a hozzá tartozó kiszolgáló helyiségeket magába foglaló épület.



A lakóépületeket térbeli elrendezés szerinti csoportosítása:

- Családi házak
- Alacsony intenzív beépítési módok
- Többszintes, többlakásos lakóépületek

Alapvetően a lakások száma alapján megkülönböztetünk egy- illetve többlakásos lakóépületeket. Egylakásos lakóépület lehet pl. egy családi ház. Azonban egy családi ház is lehet két, vagy több lakást magába foglaló lakóépület is.

Az elrendezés szerint megkülönböztetünk ikerházat, sorházat, egyszintes, valamint többszintes lakóépületeket. A többszintes, többlakásos lakóépületeken belül ismerünk fogalt, középfolyosós, szélső folyosós, stb. elrendezésű megoldásokat.

A lakások épületszerkezetei alapján hagyományos falazott szerkezetű (tégla, falazóelem), iparosított technológiával készített (panelház), könnyűszerkezetes (pl.: fa vázszerkezetű fa kitöltő elemű), korszerű zsalus technológiával épített monolit szerkezetű, stb. épületeket.

A fentiek alapján látható, hogy többféle módon is kategorizálhatóak a lakóépületek. Számunkra az elrendezése térbelisége, valamint a méret, az összetettség és a lakosok száma következtében kialakuló kockázat az, amely kiemelten fontos e téren. A tűzterjedés jellemzőinek szempontjából fontos a térbeli elrendezés, beépítés, a szerkezetek kialakítása, stb., amelyek mind befolyásolják a lakosok számának függvényében a személyek veszélyeztetettségét. Ezek miatt fontos megismernünk az alábbi variációkat.

Az épületeket beépítettség alapján rendszerezve növekvő elrendezés szerint az alábbi csoportokba soroljuk.

Családi házak

Általában a lakóépületek egylakásos formái. Egy kétgenerációs családi ház tulajdonképpen két különálló lakást tartalmaz.

Az ikerház jellegű épületeket is szokták családi háznak nevezni. Széles spektrumot ölel fel a kategória, ide sorolandók a falusias népi építészeti épületek (parasztház), de itt kell említenünk a többszintes, nagy alapterületű villaépületeket is. A tűz terjedése szempontjából fontos kategória az épületek szomszédos épületekhez képest történő elhelyezkedése. A szabadon álló, oldalhatáros, ikres, zárt sorú módon elhelyezett épületeken kívül az önálló telkeken egyéb nem lakás célú, de a funkcióhoz kapcsolódó egyéb építmények, épületek is elhelyezkedhetnek (gépjárműtároló, fészter, göré, ólak, stb.), amelyek közti tűztávolság⁵ határozza a tűz terjedésének lehetőségét.



A tűz terjedése szempontjából rendkívül fontos kategória az épületek térbeli elrendezése. Ezen aspektusból tekintve megkülönböztetünk:

- földszintes,
- földszint + tetőteres,

⁵ **Tűztávolság:** építmények és építmények, építmények és szabadterek vagy szabadterek és szabadterek egymás közötti legkisebb távolságának vízszintes vetülete.

- o kétszintes, részben kétszintes,
- o kétszintes kapcsolt légtér,
- o szinteltolások épületeket.

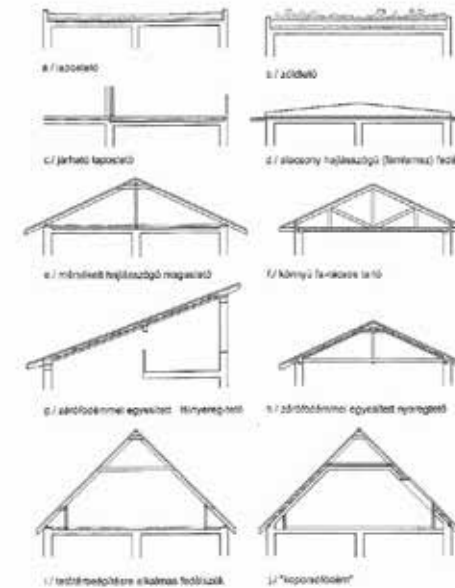
Családi házak esetében csak szélsőséges esetben találkozhatunk teljes három szinttel rendelkező épülettel, de pince + két szint + tetőtér, és/vagy egyéb szinteltolás miatt (pl. lejtős terep) kialakult további 1-2 szint előfordul. Talajszint alatti beépítés szempontjából létezik:

- o pince nélküli,
- o részleges,
- o teljes alapincézés.

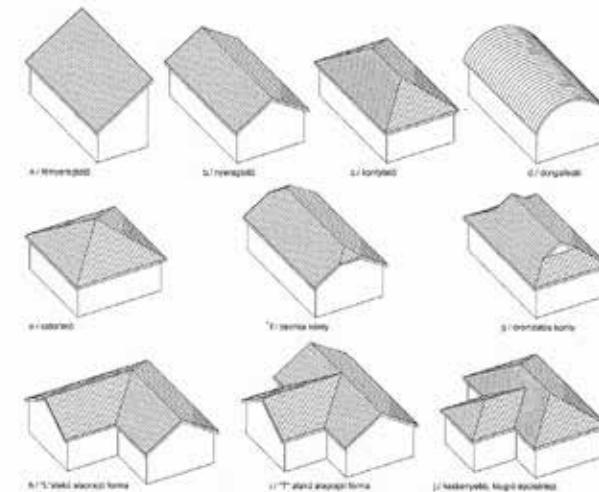
A főbb épületszerkezet szempontjából az esetek jelentős részében falazott függőleges teherhordó szerkezetekkel találkozhatunk. Ezek lehetnek hossz- illetve harántvázis kialakításúak. A falszerkezetek az esetek legnagyobb részében valamilyen téglából (kisméretű, ikersejt, stb.) vagy falazó-elemből (égetett kerámia, pórusbeton, beton stb.), zsaluzott technológias monolit vasbetonból, vagy fából (rönkház, könnyűszerkezetes épületek) készülnek, a pillérvázis vázkitöltő falazatos megoldás nem a családi ház típusok jellemzője. A vízszintes tartószerkezetek (födémek) lehetnek monolit vasbeton kialakításúak, gerendás, vagy pallófödémes jellegűek. Anyaguk szerint készülhetnek vasbetonból (előre gyártott, monolit), fából, acélból. Lehetnek előre gyártottak, félig előre gyártottak, helyszíni monolit jellegűek.

A tetőkialakítás alapján egy családi ház lehet:

- o magastető
- o alacsonyhajlású magastető
- o lapostető kialakítású.



Tetőformák 1



Tetőformák 2

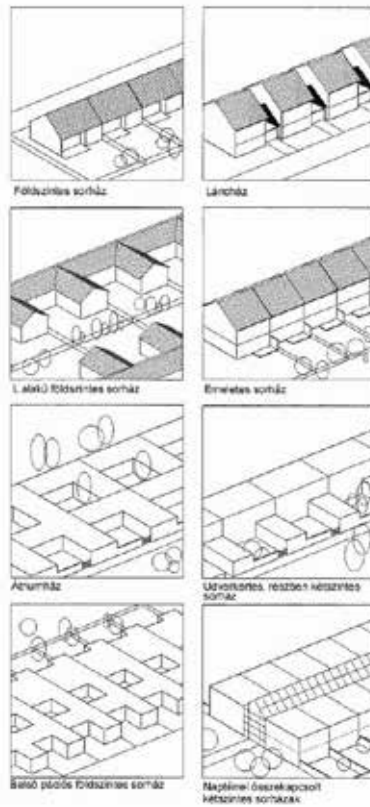
A leginkább a családi ház kategóriához sorolhatók a hétvégi házak, nyaralók, amelyek kialakítás szempontjából általában csak méretükben különböznek a családi háztól.

Alacsony, intenzív (nagsűrűségű) beépítés módok épülettípusai

Ebbe a kategóriába tartoznak:

- a földszintes sorházak
- a láncházak
- az L alakú földszintes sorházak
- az emeletes sorházak
- az átriumházak
- az udvarkertes részben kétszintes sorházak
- a belső pációs földszintes sorházak
- a naptérrel összekapcsolt kétszintes sorházak.

A sorházak az alacsony intenzív beépítéseknél leggyakrabban használt épülettípusok. Az épületek térbeli elrendezése szempontjából a fenti típusok létezhetnek.



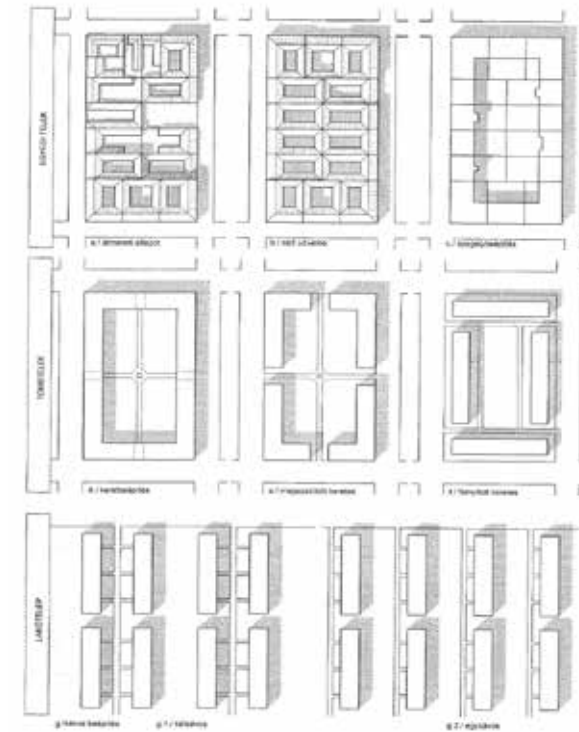
Nagsűrűségű beépítési módok

A sorházak lehetséges szerkezeti rendszerére is vonatkoztathatjuk a családi házaknál leírtakat. Azonban kockázat szempontjából mind a személyek, mind az anyagi javak veszélyeztetettsége tekintetében nagyobb kockázatot rejtenek magukban, a családi házakkal párhuzamba állítva. Az ilyen jellegű épületeket ért tüzesetek során a károk nagyobb léptékűek lehetnek, több személyt és több vagyontárgyat érinthetnek, és többnyire érintenek is, mint egy-egy független családi ház esetében, mivel a tűz külső téren könnyebben áterjedhet a szomszédos épületegységekre.

Többszintes, többlakásos lakóépületek

Ebbe a kategóriába tartozó épülettípusok a családi házaknál nagyságrendekkel magasabb laksűrűség elérésére alkalmasak. Az esetek jelentős részében többszintes épületekkel érhető ez el. Tűzvédelmi szempontból kiemelkedő figyelmet kell szentelni a középmagas-⁶ (a legfelső építményszint, használati szint +13,65 méter és +30,00 méter között helyezkedik el), magas lakóépületek⁷ (legfelső építményszint, használati szint +30,00 méter felett helyezkedik el) jellemzőire.

Beépítés szempontjából az alábbi kategóriákat különböztetjük meg:



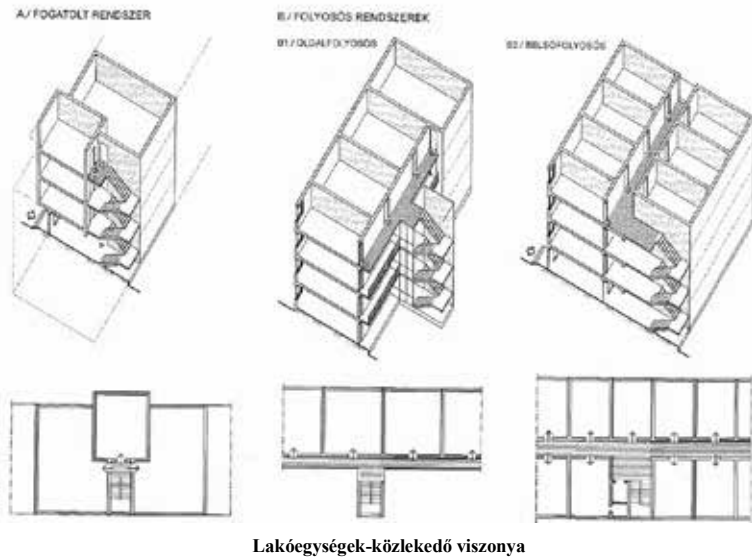
Többlakásos, többszintes épületek beépítési módjai

⁶ *Középmagas épület:* amelyben a legfelső építményszint szintmagassága 13,65 m és 30 m között van. Ha a legfelső két szint egy rendeltetési egységet alkot, úgy a szintmagasság megállapításakor az alsó szint szintmagasságát kell figyelembe venni.

⁷ *Magas épület:* amelyben a legfelső építményszint szintmagassága a 30 m-t meghaladja. Ha a legfelső két szint egy rendeltetési egységet alkot, úgy a szintmagasság megállapításakor az alsó szint szintmagasságát kell figyelembe venni.

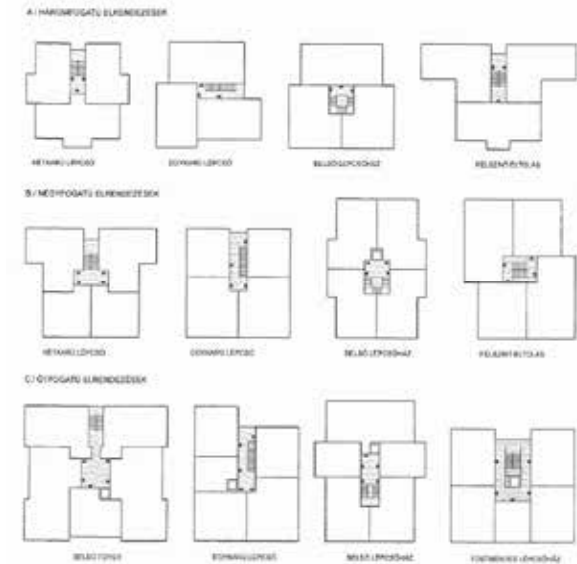
A többszintes, többalakásos lakóépületek szerkezeti kialakításai részben eltérőek az eddig tárgyaltaktól. A 3-4 szintes épületek készülhetnek a korábban leírtak szerint falazott technológiával, azonban további szintek esetén már pillérváz-as-vázkitöltő falazatos megoldást használnak. Az épületszerkezetek anyagai itt is széles körben megtalálhatók, de elsősorban a monolit, vagy előregyártott vasbetonszerkezetek, az acélszerkezetek és falazóblokk kiegészítő elemek dominálnak napjainkban. Hazánkban a többszintes, többalakásos lakóépületek építésére rendkívül elterjedt megoldás volt az iparosított technológiával kivitelezett ún. panelépítési mód. (Az iparosított technológiával készült épületek jellemzőit lásd később.)

Az eddigi gondolatmenet szerint, elsősorban a tűzterjedés térbeli jellege alapján több fajta elrendezést különböztethetünk meg:



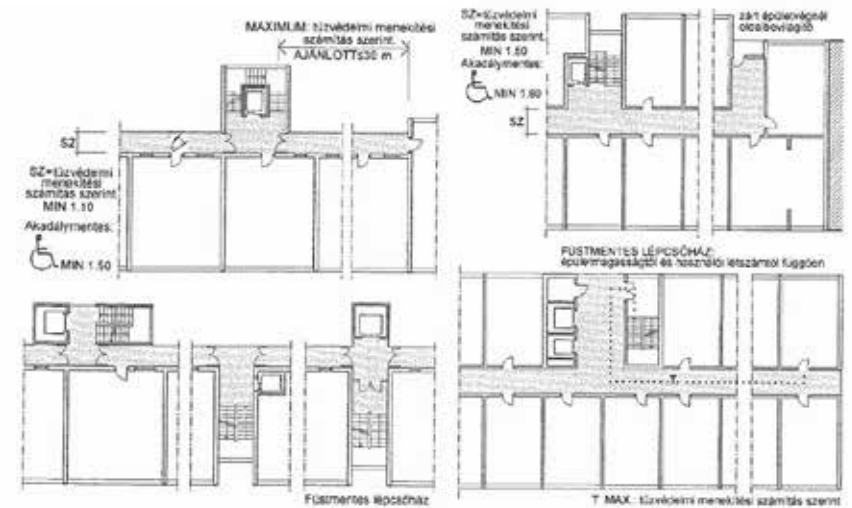
Lakóegységek-közlekedő viszonya

A közlekedő rendszerek alapján megkülönböztethetünk fogatolt, folyosós (oldalfolyosós, belsőfolyosós), valamint ezek kombinációival létre hozott, ún. fogatolt-folyosós épülettípusokat. A fogatolt rendszerű lakóházak az alábbi szekció kialakításokkal alakultak ki:



Fogatolt elrendezés sémái

A folyosós típusú lakóépületek az alábbi kialakítási módok szerint különböztethetők meg.



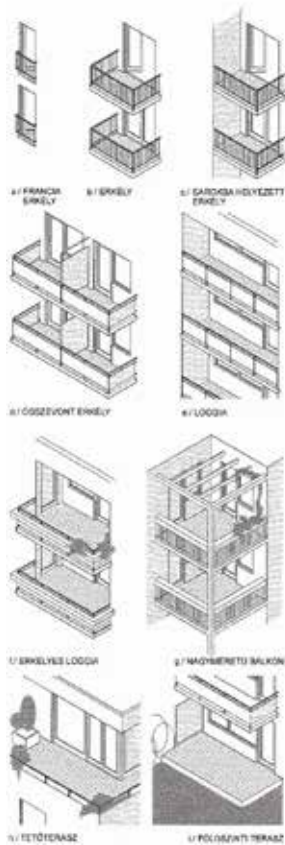
Folyosós elrendezés sémái

A füst terjedése szempontjából többszintes, középmagas és magas épületek esetében — a személyek veszélyeztetettségét tekintve — a lépcsőház a legkritikusabb hely.

A lépcsőházak több típusát különböztetjük meg tűzvédelmi szempontból:

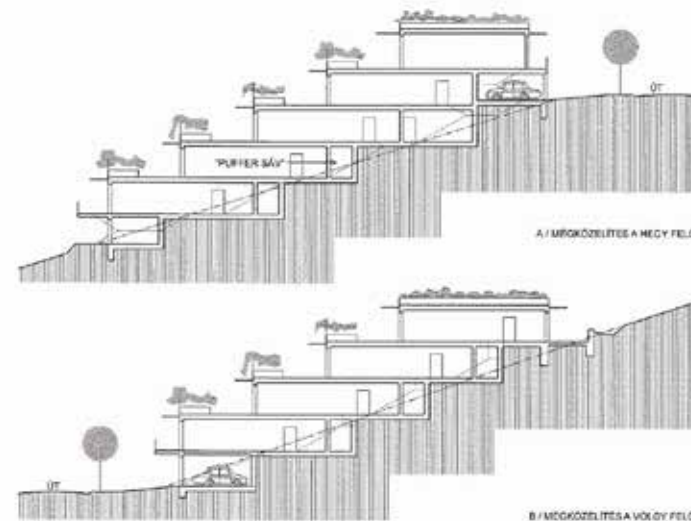
- *Nyitott lépcsőház, közlekedőtér:* szintenként – a közlekedőtér nettó alapterületének legalább 20%-át elérő felületű – homlokzati szabad falnyílással a külső légtérhez közvetlenül csatlakozó tér.
- *Zárt lépcsőház, közlekedő helyiség:* minden oldalról elsődleges épületszerkezetekkel határolt tér.
- *Füstmentes lépcsőház:* a nyitott vagy az olyan zárt lépcsőház, amelybe az épülettűz alkalmával képződött füst és mérgező égésgázok bejutásának lehetősége oly mértékben van korlátozva, hogy a lépcsőház az épület biztonságos kiürítésére és mentésére meghatározott ideig alkalmas marad.

Tűzvédelmi, tűzoltás taktikai szempontból fontos megemlíteni a többszintes, többalakos lakóépületek külső térrel való kapcsolatát. Ez alapján az alábbiak különböztethetők meg:



Erkélyek, teraszok kialakításának sémái

Ebbe a kategóriába sorolhatók még a teraszházak, amelyek olyan többszintes, többalakos lakóépületek, amelyek lakásaihoz nagyméretű tetőterasz csatlakozik közvetlenül.



Teraszház kialakításának metszete

Továbbá ebbe a kategóriában ismertethetők az ún. loft lakásokat tartalmazó épületek is, amelyeket többnyire valamilyen funkcióváltás következtében alakítottak ki (pl.: ipari épületből átalakított lakóépület). Ezek a lakások általában a többszintes, többalakos lakóépülettel alakított többszintes, korábban egyéb funkcióval rendelkező épület legfelső szintjén, esetleg szintjein kiépített, nagy alapterületű, jellemzően tetőtéri, vagy tetőfödém alatt elhelyezkedő lakások.

Épületek felépítése

Az épülettüzek vizsgálata szempontjából elengedhetetlen a keretrendszer, „a ház” felépítésének ismerete, az épület anatómiájának tanulmányozása. Az épületek „corpusa” különböző, funkcionálisan meghatározott épületszerkezeti elemekből áll. Az égési folyamat szempontjából az épületszerkezeti elemek anyaga (mint éghető anyag – az égés egyik alapfeltétele) játszik fontos szerepet. Ezentúl azonban az épületszerkezetek kapcsolati csomópontjai (egymáshoz történő illesztései, rögzítései) is nagy jelentőséggel bírnak az égési reakció alakulása szempontjából. Az épülettüzek analizálásához hozzátartozik, az eredeti állapot pontos ismerete, amely, ha rendelkezésre áll, az építészeti tervekből megismerhető. Az esetek jelentős részében azonban nem áll rendelkezésre az eredeti tervrajz, így a tapasztaltak alapján kell felépíteni a károsodott rendszert. Az égési folyamat szempontjából meghatározó, az azt befolyásoló szerkezeti elemeket így szükséges rendszerezni.

Épületszerkezetek

Függőleges szerkezetek:

Kétféle függőleges tartószerkezetet különböztethetünk meg egymástól. Az első csoport a falak.

A falak a korábban említett kialakítások szerint hosszfalas és harántfalas elrendezésű tartószerkezeti szerepet tölthetnek be. A falak tömör, homogén (nyílászárókkal lyukasított) megjelenése miatt a hőt adott zárt térben tartják, a sugárzást visszaverik, miközben felmelegednek, ezáltal hőt vezetnek, de hőáramlást gátolnak. A tartófalak nagymértékű károsodása komoly épületkárokat okoz, amely az esetek nagy részében az épület teljes tönkremeneteléhez, romba dőléséhez vezetnek. A tűz vízszintes továbbterjedésében a legnagyobb passzív tűzterjedési gát a fal.

- o *Tűzgátlófal:* a vonatkozó műszaki követelménynek megfelelő tűzállósági határértékű, A1 tűzvédelmi osztályú⁸ térelhatároló (vagy teherhordó és térelhatároló) falszerkezet, amely a tűz az épület más tűzszakaszára⁹ (esetenként az épület más funkcionális egységére) való áttérjedését megakadályozza.
- o *Tűzfal:* A vonatkozó műszaki követelménynek megfelelő tűzállósági határértékű, A1 tűzvédelmi osztályú térelhatároló (vagy teherhordó és térelhatároló) folytonos függőleges falszerkezet, amelyet úgy kell kialakítani, hogy az általa elválasztott tűzszakaszok vagy építmények egyikének állékonyság-vesztése, illetve az ebből adódó oldalirányú erőhatás esetén is megőrizze tűzterjedést gátló képességeit (stabilitását, integritását, hőszigetelését).
- o *Válaszfal:* a helyiséget lehatároló födémről födémig tartó nem teherhordó falszerkezet.

A falak gyenge pontjai a nyílászárók. A normál nyílászárók tűzállósági határértéke messze elmarad a falakétól, azonban csukott-nyitott állapotuk nagyban befolyásolja a tűz terjedésének mértékét. A tűzgátlás céljából a falakba épített nyílászárók a tűzgátló nyílászárók¹⁰, amelyek csukott állapotban töltik be rendeltetésüket. Egy tűzszakasz határon át történő tűzterjedés létre jöhet a tűzgátló nyílászáró nem rendeltetészerű, szabálytalan, nyitott állapotban történt rögzítése miatt. Nem csak a

⁸ *Tűzvédelmi osztály:* az építőanyagok és épületszerkezetek tűzzel szembeni viselkedésére jellemző kategória, az e szerinti besorolás megfelelő tüztechnikai vizsgálatok alapján történik.

⁹ *Tűzszakasz:* az építmény vagy szabadtér tűzvédelmi szempontból meghatározott olyan önálló egysége, amelyet a szomszédos egységektől – meghatározott tűzvédelmi osztályú és tűzállósági határértékű – tűzgátló szerkezetek és a jogszabályban előírt tűztávolságok választanak el.

¹⁰ *Tűzgátló nyílászáró (ajtó, kapu, nyílóablak, függöny, redőny, konvektor záróelem):* szerkezet, amely beépítve, csukott állapotban a tűznek az általa elválasztott térrész egyik oldaláról a másik oldalára való áttérjedését meghatározott mértékben gátolja (előírt időtartamig megakadályozza)

tűz, de a füst toxikus égéstermék, a füst terjedésének mértékét is jelentősen befolyásolja a nyílászárók állapota. A füstgátlás céljából beépített füstgátló nyílászárón¹¹ történő füstterjedés szintén a nem rendeltetészerű használatra, vagy a szerkezet tönkremenetelére utal. A falak egyéb gyenge pontjai lehetnek a faláttörések, a falakon átvezetett vezetékek, ahol szintén létrejöhet a tűzterjedés. Tűzgátló falak esetében előfordulhat, hogy a faláttöréseket nem tömítik ki a fal tűzállósági határértékével azonos, vagy annál jobb tűzállósági határértékkel rendelkező tömítőanyaggal látják el, ezért a tűz a gyengébb pontokon áttérjed a szomszédos helyiségbe (másik tűzszakaszba), hiába választja azt el tűzgátló fal.

A második csoport a pillérek. A pillérek pontszerű alátámasztást nyújtanak a födémek számára, amelyek között lévő vázkitöltő falaknak¹² teherhordó szerepe nincs. A kis térbeli kiterjedés következtében, a belső tér felé eső vonalszerű felület nem vesz részt számottevő mértékben a hő visszaverésben. Teherhordó szerepe miatt pedig nagy szilárdsággal és tűzállósági határértékekkel¹³ rendelkeznek, ezért jellemzően hő hatására csak a kitöltő falak tönkremenetele után veszítik el állékonyságukat. Egy-egy pillér állékonyságvesztése nem jelenti feltétlenül a teljes szerkezet károsodását, azonban több pillér teherhordó funkciójának elvesztése az épület romba dőléséhez vezet.

Vízszintes szerkezetek:

A vízszintes teherhordó szerkezetek közé tartoznak a födémek, gerendák, nyílásáthidalók. További vízszintes szerkezetek az álmennyezetek¹⁴, és álpadlók.

Tűzvédelmi szempontból a födémek szerepe tölt be fontos szerepet. A függőleges tűzterjedés legmeghatározóbb passzív gátját képezik. A zárttéri tüzek fejlődése szempontjából bizonyos ideig tűzterjedés elleni gátként viselkedik, akkor is, ha tűzterjedés elleni tűzállósági határértékkel nem rendelkezik (pl.: borított gerendafödém).

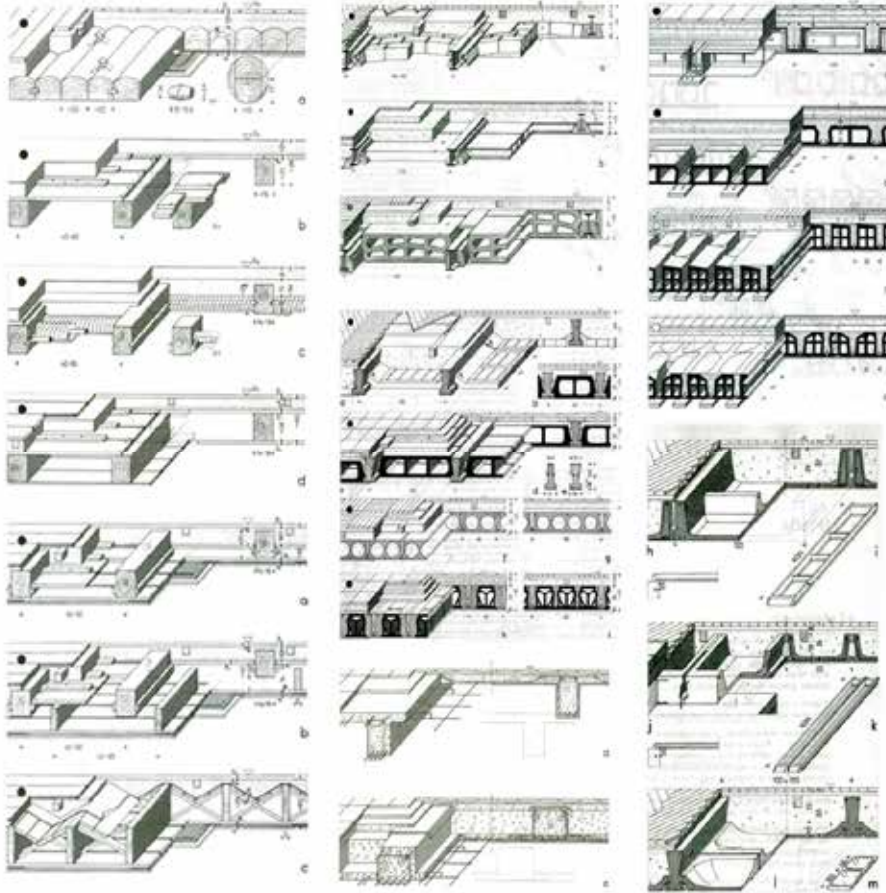
¹¹ *Füstgátló nyílászáró (ajtó, kapu, nyílóablak, függöny, redőny, konvektor záróelem):* szerkezet, amely beépítve, csukott állapotban füstnek és a tűz esetén képződő toxikus gázoknak az általa elválasztott térrész egyik oldaláról a másik oldalára való áttérjedését meghatározott mértékben korlátozza.

¹² *Vázkitöltő fal:* olyan nem teherhordó falszerkezet, amelynek merevségét, rögzítését vázszerkezet biztosítja.

¹³ *Tűzállósági határérték:* a vonatkozó műszaki követelménynek megfelelő tűzállósági vizsgálat kezdésétől számított, a vizsgált épületszerkezet valamely tűzállósági teljesítmény jellemzőjének eléréséig eltelt idő órában vagy percben.

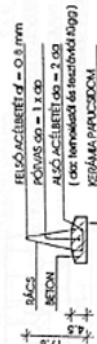
¹⁴ *Álmennyezet:* nem teherhordó, vízszintes térelzáró szerkezet, amelyet födémre, tető- vagy tetőtér alatti födémre, fedélszerkezetekre erősítenek alkalmas függesztő szerkezet segítségével esztétikai, akusztikai, hőszigetelési, és tűzvédelmi igények kielégítése érdekében. Emberi tartózkodásra alkalmas teret csak az alsó felületével határol: az általa kettéosztott légtér mindkét része ugyanabba a működésbeli egységbe vagy tűzszakaszba tartozik.

A födécek típusai az anyaguk szerint csoportosítva:



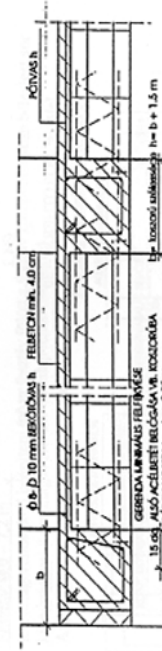
Födém típusok

FEHÉRT Födém elemek
Gerenda



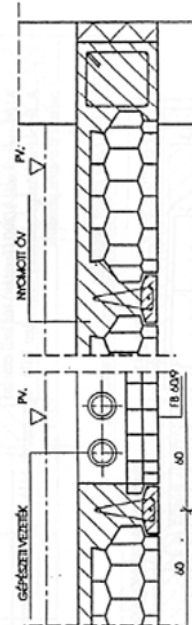
Jele: FG-30 ... FG-66
30 – feszítáv (dm)
Súly: 16,3 kg/m²
Feszítáv: 3,3 m – 6,6 m

FEHÉRT Födém kialakítása, beépítése



Beépítés jellemzői:

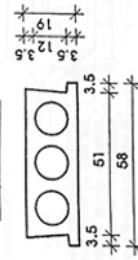
- Az ügymvezetű félig előregyártású 4 cm felbeton és a nyomott öv kibetonozása jelenti.
- 3,0 – 5,4 m feszítáv között az FG gerendákat felében, 6,0 – 6,6 m feszítáv harmadában alá kell támasztani és 1,5 cm-rel túlemelni.
- Alsó övön a vb. koszorúba nyúló dá (alsó betét) biztosítja a gerendavég bekötését.
- 4,0 m-nél nagyobb falköznél min. 20/10 cm keresztmetszetű átkötő merevítő bordák kell a teherhordási irányba merőlegesen 2,0 m-entkeni.



Födémkiváltás építéstechnikai
vezeték számfura

Nem teherhordó szűsítő fal közötti
bekötés csomópontja

Pallófödém elemek



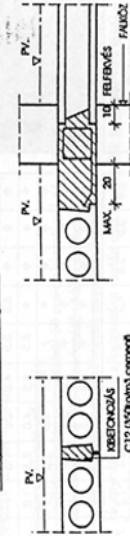
Jele: PK 24-13 24 – feszítáv dm-ben
13 – határyomatók kNm
Feszítáv: 2,4 m – 6,6 m
Súly: PK 24-13 455 kg
PK 66-39 1175 kg

PK jeltű feszített födém



Jele: PS 24-27 ...
PS 66-77 ...
Feszítáv: 2,4 m – 6,6 m

Pallófödém kialakítása, beépítése



Beépítés jellemzői:

- Az általános keresztmetszet
- Bedájtás pallóval párhuzamos és merőleges középfőirányú

PNS jeltű feszített födém

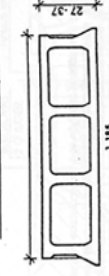


Jele: PSN 24-27 ...
24 – feszítáv dm-ben
27 – határyomatók kNm-ben
PSN 66-77
Feszítáv: 2,4 m – 6,6 m

Megjegyzés:

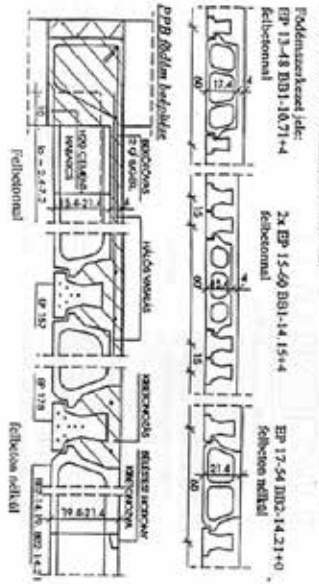
- 0,15 mm repedésgésságra szímlított Mb
- palló alsó síjja vakolatmentes kivételben is készíthető

SD-27, SD-37, SD-27-K feszített nagyfeszítávú födém



Jele: PSN 24-27 ...
24 – feszítáv dm-ben
27 – határyomatók kNm-ben
PSN 66-77
Feszítáv: 2,4 m – 6,6 m

Megjegyzés: SD-27-6 vagy 8 jeltű pallónál 6 db, 0,99 cm² vagy 6 db 1,38 cm² keresztmetszetű pálcza

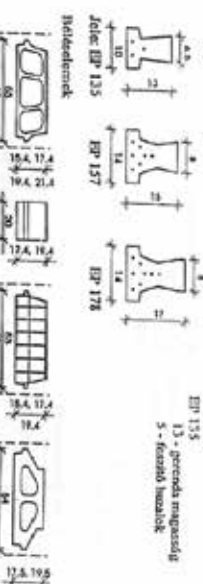


PBK Redőm befűtés
 Földmunkázatok jele: EP 13-18 BB1-10.71+4 felbetonnal
 2x EP 15-60 BB1-14.15+4 felbetonnal
 EP 17-54 BB2-14.21+0 felbeton nélkül

PBK Redőm átlátszó elrendezésű típusú
 Földmunkázatok jele: EP 13-18 BB1-10.71+4 felbetonnal
 2x EP 15-60 BB1-14.15+4 felbetonnal
 EP 17-54 BB2-14.21+0 felbeton nélkül

Földmunkázatok jellemzői
 - Feszített bonyol gerendáskból 60 cm-es kiemeléssel négy féle befűtéssel rendelkező 4,5 cm felbetonnal, 12 féle elrendezésű Redőm építéssel
 - A kőbátokba és védőrétegek anyagát befűtéshez RAL-kódú vasalatú felbeton került
 - Horvált befűtések alkalmazása esetén csak a gerendák felőli öve és a bonyol betoneozandó
 - A gerendákat fozathatól függően építés közben ideiglenesen alá kell támasztani a károsodás elkerülése érdekében

Földmunkázatok jellemzői
 - Feszített bonyol gerendáskból 60 cm-es kiemeléssel négy féle befűtéssel rendelkező 4,5 cm felbetonnal, 12 féle elrendezésű Redőm építéssel
 - A kőbátokba és védőrétegek anyagát befűtéshez RAL-kódú vasalatú felbeton került
 - Horvált befűtések alkalmazása esetén csak a gerendák felőli öve és a bonyol betoneozandó
 - A gerendákat fozathatól függően építés közben ideiglenesen alá kell támasztani a károsodás elkerülése érdekében



EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

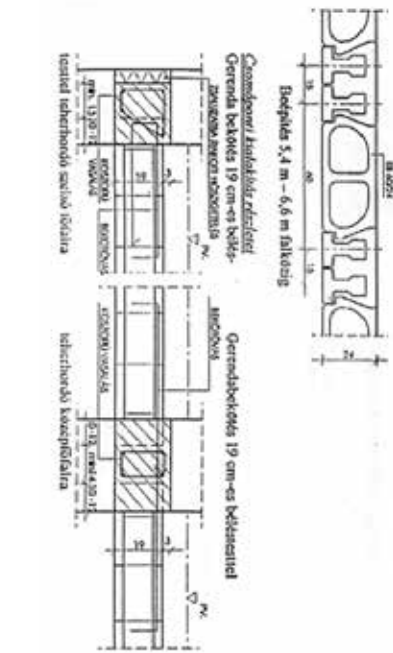
EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

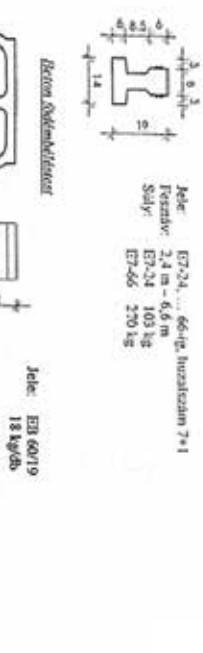


PBK Redőm befűtés
 Földmunkázatok jele: EP 13-18 BB1-10.71+4 felbetonnal
 2x EP 15-60 BB1-14.15+4 felbetonnal
 EP 17-54 BB2-14.21+0 felbeton nélkül

PBK Redőm átlátszó elrendezésű típusú
 Földmunkázatok jele: EP 13-18 BB1-10.71+4 felbetonnal
 2x EP 15-60 BB1-14.15+4 felbetonnal
 EP 17-54 BB2-14.21+0 felbeton nélkül

Földmunkázatok jellemzői
 - Feszített bonyol gerendáskból 60 cm-es kiemeléssel négy féle befűtéssel rendelkező 4,5 cm felbetonnal, 12 féle elrendezésű Redőm építéssel
 - A kőbátokba és védőrétegek anyagát befűtéshez RAL-kódú vasalatú felbeton került
 - Horvált befűtések alkalmazása esetén csak a gerendák felőli öve és a bonyol betoneozandó
 - A gerendákat fozathatól függően építés közben ideiglenesen alá kell támasztani a károsodás elkerülése érdekében

Földmunkázatok jellemzői
 - Feszített bonyol gerendáskból 60 cm-es kiemeléssel négy féle befűtéssel rendelkező 4,5 cm felbetonnal, 12 féle elrendezésű Redőm építéssel
 - A kőbátokba és védőrétegek anyagát befűtéshez RAL-kódú vasalatú felbeton került
 - Horvált befűtések alkalmazása esetén csak a gerendák felőli öve és a bonyol betoneozandó
 - A gerendákat fozathatól függően építés közben ideiglenesen alá kell támasztani a károsodás elkerülése érdekében



EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 157
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 178
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

EP 135
 13 - gerenda magassága 5 - fozathoz igazított

Tűzvédelmi szempontból megkülönböztetünk:

- *Emeletközi födém* (beleértve a tetőtér alatti födém is): Emeletszint(ek) közötti vízszintes teherhordó, térelhatároló szerkezet.
- *Szintosztó födém*: a helyiség légterének részleges – a helyiség legalsó szint alapterületének legfeljebb 25%-án és csak vízszintes szerkezettel történő – megosztásával és a mennyezet alatti kiszellőztetésével kialakított belső szint, amelyen helyiség és 1 méternél magasabb tömör korlát vagy fal nem létesül.
- *Padlásfödém*: tetőtérrel kialakított épület legfelső használati szintje és a beépítés nélküli tetőtér (padlás) közötti teherhordó, térelhatároló szerkezet.
- *Tetőfödém*: tetőtér nélkül kialakított épület legfelső használati helyisége(i)-t lefedő, csapadékzáró héjazattal ellátott födém.

Létezik még egy további, ún. *nem teherhordó födém (önhordó membrán)*: olyan önhordó vízszintes térelhatároló szerkezet, amely egyéb szerkezetektől függetlenül, önálló tűzállósági határértékkel rendelkezik.

A födémek gyenge pontjai szintén az átvezetések lokális helyei, valamint a szinteket összekötő, födémeken átmenő aknák. Ezek vizsgálata mindenképp szükséges egy-egy szintek közti tűzterjedés kapcsán. Amennyiben a szintek között az aknába tűzgátló csappantyút¹⁵ építettek, ennek ellenére mégis azon keresztül terjed a tűz függőleges irányba, meg kell vizsgálni annak működőképességét, vagy egy esetleges építési hiba lehetőségét.

A vízszintes szerkezetek közé tartozó álmennyezetek, álpadlók szerepe elsősorban esztétikai jelentőségű, a födém alatt elhelyezett gépészeti és elektromos vezetékek, berendezések eltakarása céljából építik őket, azonban létezik tűzvédő álmennyezet¹⁶ is. A normál álmennyezetek, álpadlók a zárttéri tűz kifejtett szakaszában jellemzően megsemmisülnek, leszakadnak. A flashover kifejlődése előtt megfékezett tüzek esetében jellemzően a tűz keletkezési helyénél károsodnak a legnagyobb mértékben, látható rajtuk a legintenzívebb deformálódás.

A vízszintes és függőleges teherhordó szerkezetek és a tűzgátlás céljából épített szerkezetek (pl.: tűzgátló fal, tűzgátló födém) tűzvédelmi szempontból az elsődleges épületszerkezetek¹⁷ csoportjába tartoznak.

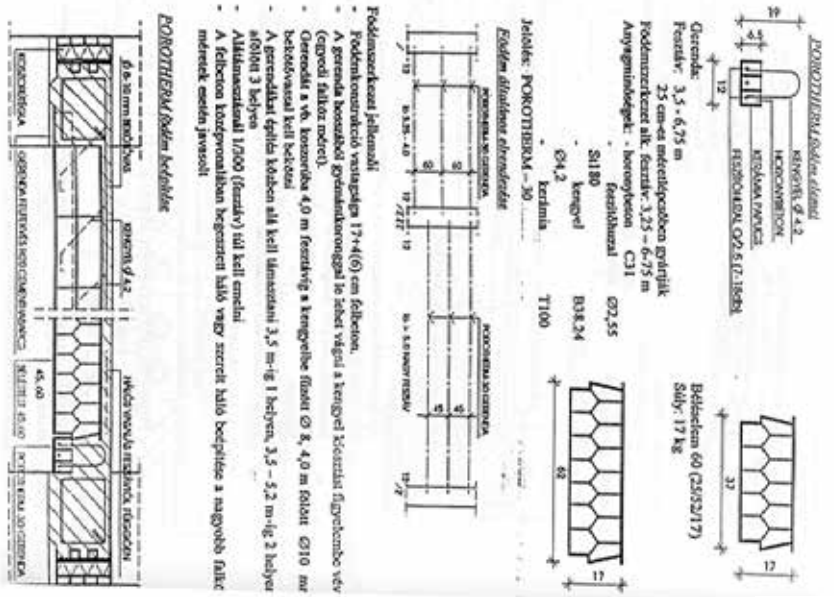
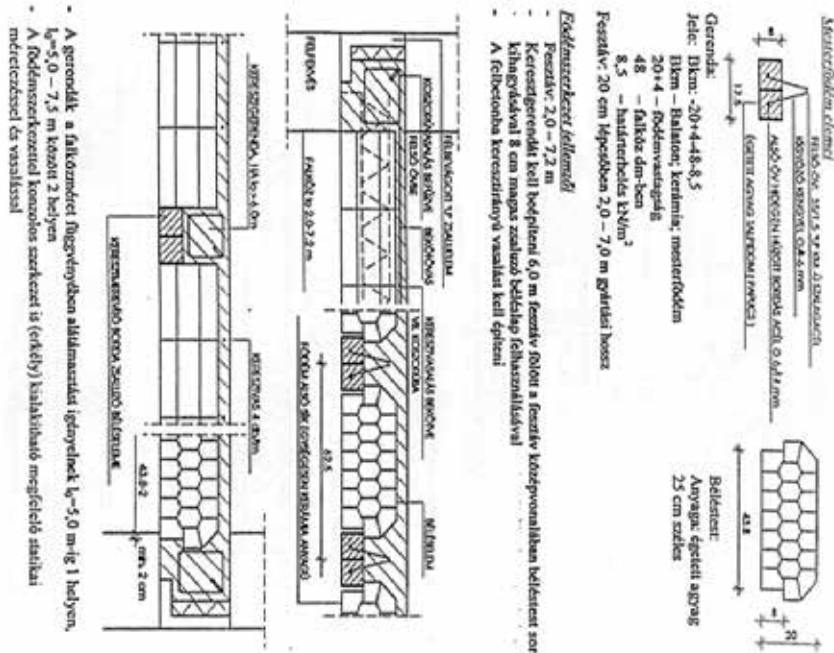


Födém felületfolytonosságának megszakadása

¹⁵ *Tűzgátló csappantyú*: Szellőzővezetékbe építhető hőre, füstre, vagy egyéb indítójelre és/vagy kézzel működésbe hozható zárószervezet, amely a füst vagy forró égésgázok továbbterjedését zárt állapotban előírt ideig megakadályozza.

¹⁶ *Tűzvédő álmennyezet*: egy helyiségben, legfeljebb egy tűzszakaszban kialakított olyan álmennyezet, amely tűzvédő képességénél fogva a felettel levő födémrel vagy tetőszerkezettel együtt a szerkezetre előírt tűzállósági határértéket biztosítja.

¹⁷ *Elsődleges épületszerkezetek*: azok a szerkezeti elemek, amelyek az épület állékonyságát, tűzbiztonságát biztosítják (függőleges és vízszintes teherhordó szerkezetek, tűzgátló szerkezetek, menekülési útvonalakat határoló szerkezetek és azok szigetelése, burkolata is).



Tetőszerkezetek¹⁸ (vízszintessel szöveget bezáró szerkezetek)

Tűzvédelmi szempontból, és a tüzesetek során legnagyobb épületszerkezeti károsodás miatt kiemelt épületszerkezeti kategóriát képviselnek a tetőszerkezetek, azon belül is a magastetőszűk épületszerkezetek. Egy tüzeset során az épületszerkezetek károsodása szempontjából a tetőszerkezet károsodása messze a legjelentősebb. A nagymértékű anyagvesztéseken át akár a szerkezeti elemek teljes megsemmisüléséhez is vezethet egy-egy tetőtűz, ezért a mérnöki analízishez a szerkezet, falakénál és földemkénél alaposabb ismerete szükséges.

Fedélszerkezetek anyagai szerint:

- *Fafedélszerkezetek:*
 - Hagyományos, ácsjellegű fedélszerkezetek: a különböző rendeltetésű és eltérő helyzetű elemekből kialakított síkbeli rúdszerkezetek sorolásából létrehozott, megfelelő teherbírású, állékonyságú és merevségű térbeli elrendezésű szerkezetek.
 - Mérnökjellegű fedélszerkezetek: A fesztávolság növelése érdekében mérnökjellegű fakötésekkel, megnövelt inerciájú tartószerkezetekkel kialakított, azok sorolásából létrehozott, megfelelő teherbírású, állékonyságú és merevségű térbeli elrendezésű szerkezet.
- *Acél fedélszerkezetek:*
 - Sűrűállásos: a nagyjából egy méterenkénti háromcsuklós keretként szerkesztett síkbeli, esetleg térbeli rácsos szaruzatokból, vagy a körülbelül méterenkénti könnyű rácsostartók sorozatából, továbbá az ezekre felerősített fedési aljzatból és merevítő elemekből épített fedélszerkezet.
 - Ritkaállásos: az egymástól 3,5 – 6 méter (kivételesen nagyobb) távolságra kerülő rácsostartós főállásokból, az ezekre szerelt héjazattartó szelemensorokból és merevítő rácsoszatokból kialakított fedélszerkezet.
- *Vasbeton fedélszerkezetek:*
 - Előregyártott: az acél fedélszerkezetekhez hasonló kialakítású vasbeton anyagú fedélszerkezet.
 - Monolit vasbeton: A kivitelezés helyszínén zsaluzattal készített, tört síkú ún. koporsófödém, amely felett helyezkedik el a héjazatot tartó tetőszerkezet.

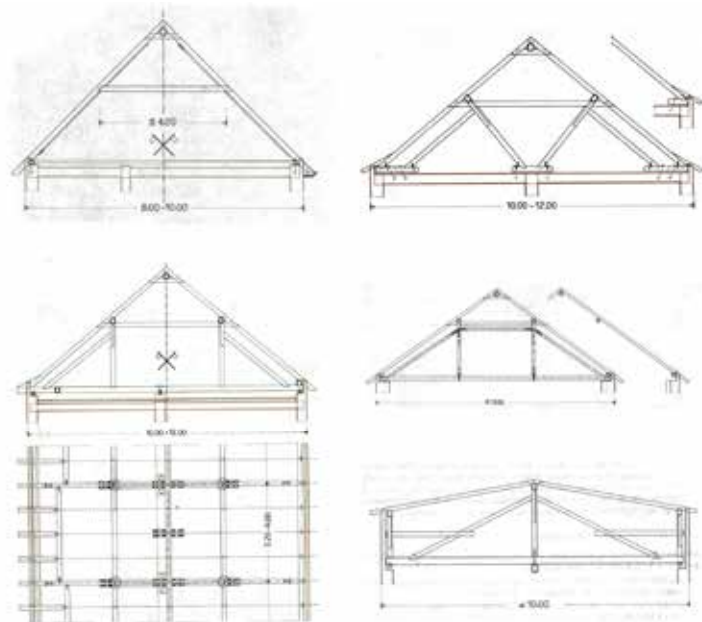
Fedélszerkezetek:¹⁹

- *Üres fedélszék:* közbenső alátámasztás nélküli, alul vízszintes erők felvételére alkalmas szerkezettel összefogott, szarufapárokából álló, hosszirányban vihardeszékával merevített fedélszerkezet.
- *Torokgerendás fedélszerkezet:* torokgerendával megtámasztott, alul a vízszintes erők felvételére alkalmas szerkezettel összefogott, szarufapárokából álló, hosszirányban vihardeszékával merevített fedélszerkezet.
- *Szelemenés fedélszerkezet:* olyan fedélszerkezet, amelynél a szarufákat szelemenek támasztják alá.

- *Egy állószerű fedélszerkezet:* gerinc alatt állószerűvel alátámasztott, szelemenés fedélszerkezet.
- *Két állószerű fedélszerkezet:* két állószerűvel alátámasztott, szelemenés fedélszerkezet.
- *Dűltszerű fedélszerkezet:* két dűltszerűvel alátámasztott, szelemenés fedélszerkezet.
- *Bakdúcos fedélszerkezet:* bakdúccal alátámasztott, szelemenés fedélszerkezet.
- *Három állószerű fedélszerkezet:* három állószerűvel alátámasztott, szelemenés fedélszerkezet.
- *Egyesített gerendásoros (sűrűgerendás) fedélszerkezet:* olyan fedélszerkezet, amelynek minden szaruállását kötőgerenda köti össze. A gerendázat egyúttal a földem tartóeleme is lehet.
- *Kötőgerendás fedélszerkezet:* a padlásfödémről független, a főállásban kötőgerendákkal összefogott fedélszerkezet.
- *Csonka kötőgerendás fedélszerkezet:* a szilárd padlásfödémrel szerkezetileg összeépített fedélszerkezet, amelynél a kötőgerenda szerepét a földem tölti be.
- *Gyámolt fedélszerkezet:* kötőgerendás, a padlásfödémről független fedélszerkezet, amelynél a kötőgerendát a két szélső alátámasztási helyen felül is még alátámasztják.
- *Függesztőműves fedélszerkezet:* kötőgerendás, a padlásfödémről független fedélszerkezet, amelynél a kötőgerendát egy vagy két helyen függesztő oszlopra kötik az alátámasztás helyettesítésére.
- *Süllyesztett fedélszerkezet:* olyan fedélszerkezet, amelynek egyes részei az eres szintje alatt helyezkednek el.
- *Alulfeszített szarufás fedélszerkezet:* olyan mérnökjellegű fedélszerkezet, amelynél a szarufák lehajlását alul elhelyezett feszítő elem csökkenti.
- *Tömör, vagy rácsostartós fedélszerkezet:* üres vagy taréjban megtámasztott fedélszerkezet, amelyben valamennyi szaruállás méretezett kapcsolatokkal készülő tömör vagy rácsostartó szerkezet.
- *Szelemensoros, tömör, vagy rácsostartós fedélszerkezet:* a héjazatot hordó szelemenek tömör, vagy rácsos tartókra támaszkodnak.
- *Térbeli rácsos szaruzatú fedélszerkezet:* olyan fedélszerkezet, amelynek szaruzatát térbeli rácsos tartók alkotják.

¹⁸ *Tetőszerkezet:* tetőtérrel kialakított épület tetőtérét felülről határoló szerkezet, amely fedélszerkezetből és fedélhéjazatból áll.

¹⁹ *Fedélszerkezet:* a tetőszerkezet teherhordó része, amely hordja és rögzíti a fedélhéjazatot.



Fedélszerkezeti példák: Bal felső: Torokgerendás, bal alsó két állószeles, jobb felső: dűltszeles, jobb középső kettős függesztett, jobb alsó süllyesztett fedélszerkezet

Héjalások²⁰, fedések:

- *Pikkelyszerű fedések*
 - Cserépfedések (kettős-, lovag-, egyszeres-, hornyolt (szalag)-, hornyolt (sajtolt)-, hullámos szalag-, kolostor-, körülhornyos-, takarótagozatos cserépfedés) /égetett agyag, beton, műanyag, fémlemez, stb./
 - Palafedések (szabályos kettős 'angol'-, vízszintes rombusz 'magyar'-, fekvő téglány 'svájci'-, átlós 'német'-, szabvány 'francia'-, szabvány rombusz-, csúcsíves-, szabálytalan természetes palafedés)
 - Fafedések (zsindely-, deszka-, gránica fedés)
- *Kévefedések* (nád-, szalmafedés)

²⁰ *Fedélhéjazat*: a tetőszerkezet csapadékszáró része.



Nádfedésű tetőszerkezet tüze

- *Lágylemez tekercsfedések* (egyszeres-, kettős-, egyszeres lécezett-, kettős lécezett lemezfedés)
- *Táblás fedések* (hullámos táblás fedések: azbesztcement-, műanyag-, szerves és szerves hullámúveg fedések; siktáblás fedések: ragacsolt üvegfedés, ragacs nélküli üvegfedés; trapézlemez fedések, stb)
- *Fémlemezfedések* (egyszeres-, kettős állókorcos, fekvőkorcos, stb. /horganylemez-, fekete acéllemez-, vörösrézlemez-, alumíniumlemez-, TiZn lemezfedések, stb/
- *Bitumenes zsindelyfedés*
- *Zöldtetők* (extenzív, intenzív)

Használat:

- Használton kívüli üres padlástér
- Hasznosított padlástér (elsősorban tárolási funkció)
- Gépészeti térként hasznosított padlástér
- Hasznosított, beépített tetőtér²¹ (lakás, iroda, galéria, műterem stb. funkció)

A tetőtér kapcsolódhat az épület alsóbb tereihöz, szintjeihez átriumosan (folyamatos vertikális kapcsolat). Csatlakozhat csak a legfelső szinthez lépcsőházon, galérián keresztül. A kapcsolat lehet teljes szinten padlásfödémmel elválasztott.

A tetőtérbe való feljutás megoldható épületen belül szinteket összekötő lépcsőházzal, csak a legfelső szintű lakás(ok)ból a tetőtérbe vezető létrával, belső feljárati lehetőséggel. Vezethet a tetőtérbe kültéri szintáthidaló.

A tetőkre különböző eszközöket lehet, vagy előírás alapján szükséges felszerelni.

A tetőkhöz szervesen csatlakozó szerkezetek:

- kémények (vegyszűzélésű, gáz)
- elszívók
- tetősík ablakok

²¹ *Beépített tetőtér*: lakó- és közösségi rendeltetésű tűzszakaszon belül a fedélszerkezet alatt kialakított bármely huzamos emberi tartózkodásra, használatra vagy raktározásra alkalmas tér.

- felülvilágító szerkezetek
- antennák
- villámhárítók
- reklámhordozó szerkezetek
- napkollektorok, napelemek
- hő- és füstelvezető szerkezetek
- hófogók
- tetőjárdák
- tetőkibúvók

A tetőszerkezetekben lezajló tüzek vizsgálatához szükséges a tetők speciális felépítésének és különböző szerkezeti elemeinek ismerete.

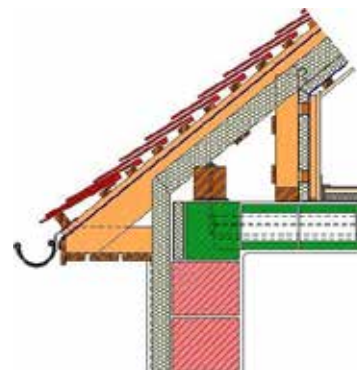
A tető szerkezeti elemei:

- *Lécezés:* a héjazat elemeinek hordására szolgáló, fedésfajtánként meghatározott távolságokban a szaruzatra szegezett, vízszintes helyzetű lécek sora.
- *Deszkázat:* a szaruzatra vagy a héjazati szelemensorra felszegezett deszkák sora.
- *Héjazati szelemensor:* nagyméretű héjazati elemeket hordó, a héjazati elem fajtája szerint meghatározott távolságokban tartóállásonként rögzített vízszintes gerendák sora.
- *Szaruzat:* a tető hajlását meghatározó, az ereszvonalra merőleges, a lécezést, illetve a deszkázatot hordó gerendák sora.
- *Szarufa:* a szaruzat egyik gerendája.
- *Élszaru:* a tetőgerincben lévő, a csonka szarukat kiváltó szarugerenda.
- *Vápaszaru:* a hajlat síkjában lévő, a csonka szarukat kiváltó szarugerenda.
- *Csonkaszaru:* a tetőgerincnél, vagy a hajlatnál lévő, nem teljes hosszúságú, az élszaruhoz, vagy a hajlatszaruhoz csatlakozó szarugerenda.
- *Vízcsendesítő:* a szarufa alsó végéhez szegezett, az eresz közelében a tetőhajlást csökkentő faelem.
- *Vihardeszka:* a szaruzat padlástér felé eső síkjára szegezett, ferde helyzetű, hosszirányú merevítést szolgáló deszka, vagy palló.
- *Taréjfogófa, taréjfogópár:* az egymással kapcsolódó szarufapárokat a taréj közelében összekötő, vízszintes helyzetű deszka, vagy deszkapár.
- *Torokgerenda:* a fedélszék szarufapárjait kitémasztó, vízszintes gerenda, a szarufák lehajlásának megakadályozására.
- *Szelemen:* a tetősíkkal párhuzamos, a szarufákat alátámasztó, hosszirányú merevítést adó, vízszintes helyzetű gerenda.
- *Talpszelemen:* az eresznél a szarufák alsó megtámasztását biztosító szelemen.
- *Közép-, derékszelemen:* a szarufákat a talp- és a taréjszelemenek között alátámasztó, a szaruzat lehajlását megakadályozó, a fedélszék jellegét meghatározó szelemen.
- *Taréjszelemen:* a szarufákat a taréj alatt alátámasztó szelemen.

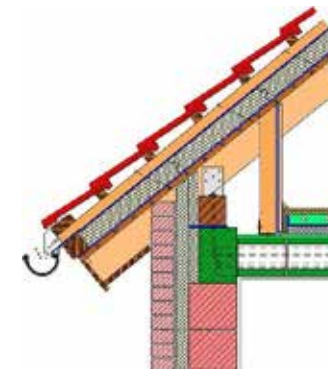
- *Taréjdeszka, vagy palló:* a szarufákat a taréj alatt megtámasztó, taréjszelement pótló deszka, vagy palló.
- *Állószelemen:* olyan szelemen, amelynek keresztmetszetében a hosszabb oldalak függőlegesek.
- *Fekvőszelemen:* olyan szelemen, amelynek keresztmetszetében a hosszabb oldalak vízszintesek.
- *Oszlop:* nyomó, vagy húzó igénybevételnek kitett, többnyire a szelemen, vagy a vízszintes szerkezeti elemterhét hordó szerkezeti elem.
- *Állóoszlop:* függőleges helyzetű, az állószelement, vagy a vízszintes gerendát alátámasztó, illetve tartó oszlop.
- *Dült oszlop:* nem függőleges helyzetű, a dültszelement alátámasztó oszlop.
- *Függesztő oszlop:* alul nem támaszkodó, kizárólag húzott szerkezeti elem.
- *Mellszorító:* a függesztőmű vízszintes, függőleges oszlopokhoz csatlakozó, nyomásra igénybe vett szerkezeti elem.
- *Dúc, támasz:* az oszlop oldalirányú megtámasztására szolgáló, ferde helyzetű, nyomásra igénybe vett szerkezeti elem.
- *Könyökfa:* a szelemen szabad fesztávolságát csökkentő, az oszlopokra támaszkodó ferde, nyomott szerkezeti elem.
- *Hónaljfa:* az oszlopon a szelemen felfekvését kiszélesítő, ferde dúcszerű, rövidebb könyökfa.
- *Nyeregfa:* a szelemen felfekvés felületét megnövelő, vízszintes helyzetű gerenda.
- *Fogópár:* két vízszintes helyzetű palló, vagy gerenda, amelyek a szembenálló szarufákat, a szelemeneket és az oszlopokat összefogják.
- *Gáncsfa:* teherhordó szerkezeti elemre külön felerősített, a terheket közvetítő, rövid gerenda-, palló-, vagy deszkadarab.
- *Szék:* a szaruzatot alátámasztó szerkezeti egység.
- *Állószék:* álló oszloppal képzett szék.
- *Dültszék:* dült oszloppal képzett szék.
- *Bakdúc:* dült oszlopot megtámasztó dúc.
- *Kötőgerenda:* olyan vízszintes tartógerenda, amely a szarufák oldalirányú szétcsúszását akadályozza meg és a fedélszerkezet terheit közvetíti az alatta lévő teherhordó szerkezetnek.
- *Papucsfa:* egyes szerkezeti elemek terheit a szilárd födémre közvetítő teherelosztó elem.
- *Fiókgerenda:* a mellék szaruállások szarufáinak bekötésére szolgáló vízszintes gerendadarab, amely a fiókváltó gerendába csatlakozik.
- *Fiókváltó gerenda:* a fiókgerendákra merőleges, azok terheit a kötőgerendának átadó, vízszintes teherhordó elem.
- *Sárgerenda:* a falazaton elhelyezett, a fedélszék terheit közvetítő vízszintes gerenda, vagy palló.

- *Homlokdeszka*: ereszképzésre szolgáló, a kötő- és fiókgerendák végére szögezett, közel függőleges síkban elhelyezett deszka.
- *Ereszdeszka*: az ereszdeszkázat elem.
- *Csüngőeresz*: a homlokzati síkon túlnyúló szarufákkal képzett eresz.
- *Gerendaeresz*: a homlokzati síkból kinyúló kötő- és fiókgerendákkal, illetve a szarufákra erősített deszkákkal vagy lécekkel kialakított vízszintes felületű eresz.
- *Császárfa*: sátor- vagy toronytetőnél a csúcs alatti oszlop, esetleg függesztő oszlop.
- *Szaruállás*: a szarufák által meghatározott függőleges síkban elhelyezkedő szerkezeti egység.
- *Fő szaruállás*: a fedélszerkezet azon keresztmetszete, amely a szelemenek alátámasztásának rendszerét határozza meg.
- *Mellék szaruállás*: szelemennel alátámasztott szaruállás.
- *Csonka szaruállás*: nem teljes keresztmetszetű szaruállás.
- *Fő szaruállásköz*: két fő szaruállás közti távolság.
- *Szaruállásköz*: a szomszédos szarufák tengelytávolsága.
- *Függesztőmű*: olyan tartószerkezet, amelyben kötőgerenda a függesztő oszlopon függ. A felkötések száma szerint egyszeres, vagy kettős lehet.
- *Feszítőmű*: olyan tartószerkezet, amelynél a vízszintes tartógerendát egy vagy több pontban alulról támasztó fölfeszített dúc tartja.
- *Oromdeszka*: nyereg- és félnyeregtetőknél az oromfalon túlnyúló tetősík lezárására a lécezéshez, a szarufához, vagy a szelemenekhez szögezett deszka.

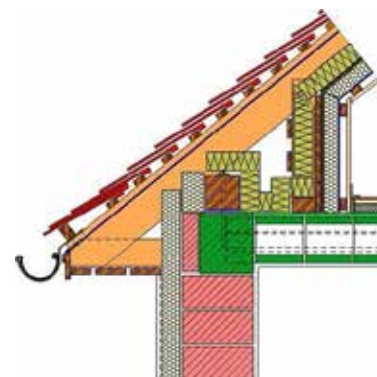
Beépített tetőterek rétegrendi felépítésére néhány példa:



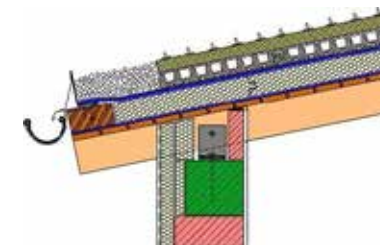
Hőszigetelés a falsikkal azonos tört síkban, a szarufák belső felületén



Belső térben látszó szaruzat, hőszigetelés a szarufák felső síkjában



A látható kialakítás egy másik típusú megoldása



Alacsony hajlású zöldtető kialakítási példája

Burkolatok

Az épület anatómiájában tűzvédelmi szempontból, a zárttéri tüzek alakulása szempontjából kiemelten fontosak a burkolatok. A lakóépületek belső tereinek nyers szerkezetei gyakorlatilag kivétel nélkül valamilyen burkolattal ellátottak. Megkülönböztetünk beltéri és kültéri burkolatokat. A kültéri burkolatok szerepe jellemzően a homlokzati tüzterjedésnél játszik szerepet (lásd később). A beltéri burkolatokat két nagy csoportra hideg- (kerámia padlólapok, kőburkolatok, csempék, stb.) és meleg burkolatokra (lambéria, parketta, különböző fa burkolatok, PVC, szőnyegpadló, műanyag mennyezetburkolat, tapéta, stb.) azon belül padló-, fal-, és mennyezetburkolatokra sorolhatók.

Tűzvédelmi szempontból a jellemzően éghető komponenseket tartalmazó melegburkolatok jelentenek kockázatot. A helyiség berendezési tárgyai mellett a szoba éghető anyagú burkolatai gyulladnak meg a zárttéri tűz korai szakaszában. A keletkezési helyről vízszintes irányban a berendezési tárgyak mellett a burkolatokon terjed a tűz elsődlegesen.

A padlóburkolat lokális beégése jellemzően egy hosszan tartó égési folyamat következtében alakul ki, ahol az anyagfogyással járó károsodás jellemzően a tűz keletkezési helyére, vagy bizonyos esetekben az átlagostól eltérő intenzív égési folyamatra utal (pl.: égésgyorsító jelenléte, nagyobb lokális tüzterhelés).

Az újabban elterjedő éghető anyagú mennyezeti burkolatok (polisztirol, lambéria, stb.) alkalmazása a kezdeti tüzterjedés kockázatát növelik meg jelentősen.

A szerkezetek tűz elleni védelme érdekében alkalmaznak tűzvédő burkolatokat, bevonatokat²², amelyek hatására nő az adott szerkezet tűzállósági határértéke.

Az épületszerkezetek elváltozásai általában nagymértékű hő hatására következnek be. A torzulások, deformálódások, anyagvesztések, elszíneződések többnyire a legnagyobb igénybevétel helyén, vagy a leghosszabb ideig tartó égés területén alakulnak ki, ezáltal rámutatva a tűz keletkezési helyére, az égési folyamat idejére. Azonban a szerkezeti kialakítások és az égett anyagok pontos ismerete elengedhetetlen, mivel az elváltozások sok esetben félrevezethetik a tűzvizsgálót. Egy intenzív légcserre esetén a tűz keletkezési helyétől eltérő helyen is kialakulhat a legnagyobb mértékű károsodás, de egy rosszul kivitelezett szerkezeti kapcsolatrendszer következtében is keletkezhetnek tévesen megítélt tűzfészek góccok. Az épületelemek a fizikai tulajdonságaik (sűrűségük, égéshőjük, stb.) és anyaguk miatt is okozhatnak félrevezető nyomokat. A legtokéletesebb megítéléshez, a nyomok legalaposabb értelmezéséhez elengedhetetlen a tapasztalat.

Az épületszerkezetek tűzben való viselkedése elsősorban a szerkezet anyagától és annak fizikai tulajdonságaitól függ. Ez alapján az építőelemek tekintetében három fő csoportot különböztetünk meg: vasbeton, acél és fa szerkezetet. Azonban az épületekben, építményekben egyéb anyagok jelenléte (bútorok, használati tárgyak) is befolyásolja az elváltozások, égésnyomok intenzitását, formáját. Ki kell emelnünk a három fő csoporton kívül a mára rendkívüli mértékben elterjedt műanyagokat, amelyek jelenléte, elsősorban használati tárgyak formájában, számottevő a lakások belső tereiben.

²² Tűzvédő burkolat és bevonat: alkalmas műszaki eljárással épületszerkezetekhez közvetlenül vagy közvetetten csatlakozó, tűzvédő célokat szolgáló anyagréteg.

Épületszerkezetek anyagai:Vasbeton szerkezetek:

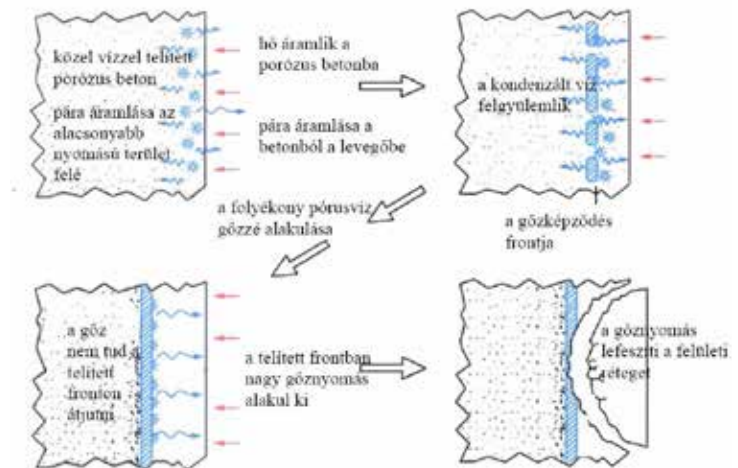
A vasbeton anyag nem éghető kategóriába tartozik, azonban tűzben, nagy hő hatására az anyag tulajdonságai megváltozhatnak, amely a szerkezet állékonyságvesztéséhez, összeomlásához vezethet.

A beton alkotóelemei: cement, kavics, víz + adalékszerek. Valamennyi eleme nem éghető, szervesen 'A1' tűzvédelmi osztályú.

Beton kémiai és fizikai tulajdonságainak változása a hőmérséklet emelkedésével:

- 100 °C - fizikailag kötött víz távozásának kezdete (makropórusokból)
- 180 °C - kémiailag kötött víz távozásának kezdete
- 450 °C - portlandit bomlása, dehidratáció
- *Beton szilárdságvesztésének kezdete:*
- 573°C - kvarcalkotó kristályalakulása, 6%-os térfogat-növekedés
 - beton szilárdsága drasztikusan csökken
 - beton lassú alakváltozása nő (kúszás)
- 700°C - CSH-vegyületek (kalcium-szilikát-hidrát) bomlása, térfogat-növekedés
 - beton ettől a ponttól már nem teherhordó
- 1200°C - megkezdődik a beton olvadása
- 1400°C - beton megolvad

Az alábbi ábrarozaton a vasbeton szerkezetek egyik legveszélyesebb tönkremenetelét, a hirtelen bekövetkező réteges leválást (ún. spalling) mutatom be:



A beton viselkedése hő hatására

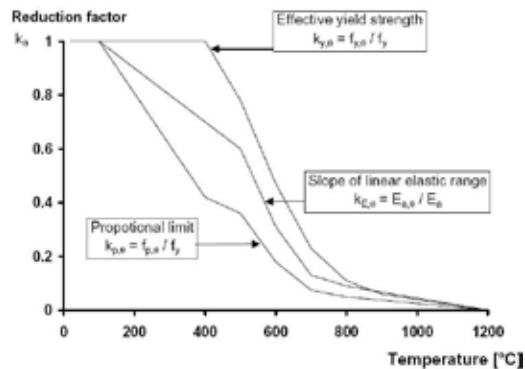
Vasbeton szerkezetek mechanikai modellje magas hőmérsékleten:

- Eurocode 2 , 1-2 rész előírásai
- szilárdság, teherbírás és alakváltozás magasabb hőmérsékleten
- 500 °C izoterma-módszer

Betonacél:

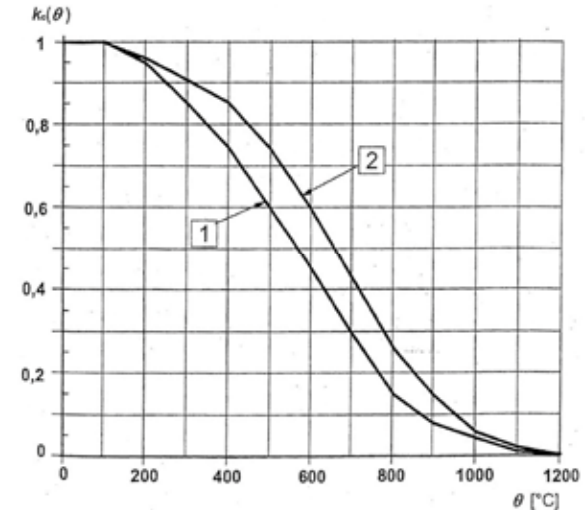
- nem tartalmaz éghető komponenst
- A1 tűzvesélyességi osztályú
- jó hővezető ($\lambda = 54 \text{ W/mK}$ és $c_{20^\circ\text{C}} = 450 \text{ J/kgK}$)
- kis átmérőjű elemek, betonba ágyazva
- betonacél: f6-32 mm, acélszél: f0,8-1,2 mm
- a beton védőréteg nélkül gyorsan kilágyulnak

A betonacél szilárdságtani jellemzői a hőmérséklet változásával az alábbiak szerint alakulnak:



A betonacél szilárdságtani jellemzői

A beton szilárdsági jellemzői is romlanak magasabb hőmérsékleten, azonban a két anyag jellemzői másképp változnak magas hőmérsékleten.



A betonacél szilárdságtani jellemzői

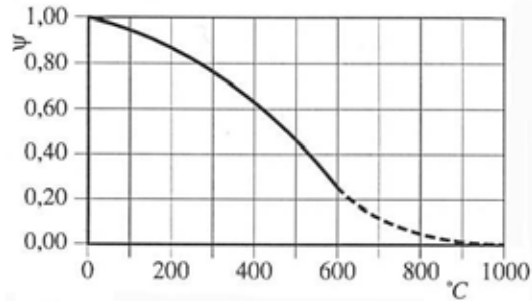
A beton, vasbeton szerkezetekben hő-, illetve forró felületek hirtelen visszahűtésének hatására jellemzően repedések, hasadások keletkezhetnek. Ez a jelenség jellemző, ha a helyiségben, zárt térben magas hőmérséklet alakul ki az égési folyamat során és a tűzoltóság beavatkozó állománya vízszugárral végzi az oltást, amely a legjellemzőbb, leggyakoribban használt oltóanyag.

Az épület tűzek szempontjából kritikus tetőszerkezet esetében a vasbetonból kialakított tört formájú, koporsófedémek alapvetően a tetőtér belső terét képzik. A hasznosított tetőterek legjobb műszaki megoldása ez mind hőkomfort, mind tűzvédelmi szempontból. A kettős szerkezetek nevezhető tetőkialakítás (belső réteg monolit vasbeton, külső szaruzat, lécezés fa- acélszerkezetű) belső használati tere éghető komponenst nem tartalmazó szerkezettel van határolva, amely egy tetősíkban kialakult tűz esetén megvédi a belső teret. Fordítva ugyancsak igaz, hogy egy tetőtéri lakástűz esetén a vasbeton szerkezet megóvhatja a fa tetőszerkezetet. Természetesen a tetősíkban elhelyezett nyílászárók, a vasbetonszerkezet áttörések kialakításainak módja nagyban befolyásolja a tűz tetőszerkezetbe való terjedését.

Acél szerkezetek:

Az acél a nyersvas max. 2% szénnel, ill. más elemekkel alkotott ötvözet:

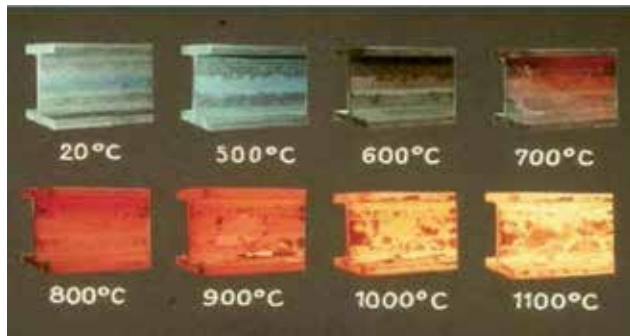
- nehéz fém (sűrűsége: 7850 kg/m^3), nem tartalmaz éghető komponenst
- A1 tűzvédelmi osztályú
- jó hővezető ($\lambda = 35 \text{ W/mK}$ és $c_{20^\circ\text{C}} = 450 \text{ J/kgK}$), kb. egyenletes hőmérséklet a szelvényben
- 1538 °C: olvadáspont
- 500 °C: kék acél állapot, a szilárdság megfeleződik, 600-700 °C-on kilágyul.



Acél lágyulása diagram

Tapasztalatok alapján tűzben 10-15 perc után a kiegészítő tűzállóságot növelő védelem nélküli acélszerkezetek elvesztik állékonyosságukat és összedőlhetnek. A kiegészítő védelem, mint pl: tűzvédő elburkolás, vagy festés halmozása is vezethet a védelem nélküli acélszerkezet károsodásait mutató képre. A tűzvédő festéssel kezelt szerkezet (acél pillér, gerenda) tűzvédő lemezzel (pl.: tűzvédő gipszkarton építő lemez) történő burkolása esetén egy tüzeset során megtevesztő módon viselkedhet. Az építőlemez burkolat ugyan ellátja szerepét meghatározott ideig, azonban a zárt térben kialakuló magas hőmérséklet következtében a védőréteg lehullása, leomlása során a tűzvédő festék nem tudja betölteni funkcióját. A magas környezeti hőmérséklet hirtelen teljes felületen érinti a szerkezeti elemet, amelyen nem tud kialakulni a hősokkszerű jelenség miatt a védőréteg (pl felhabosodás). Ennek következtében a szerkezet szinte azonos időn belül semmisül meg, veszíti el tartószerkezeti szerepét, mint a védelem nélküli acél tartószerkezet.

Az acél hőmérséklettől függő sugárzási képe:

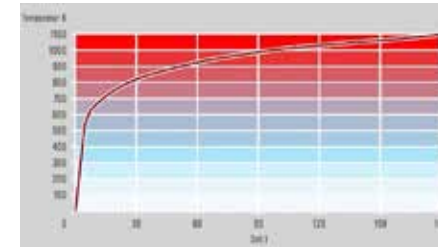


Az acél színe különböző hőmérsékleteken

- 600 °C – sötétbarna
- 700 °C – sötétvörös
- 800 °C – cseresznyevörös
- 900 °C – világosvörös (piros)
- 1000 °C – sárgászörös

- 1100 °C – sárga

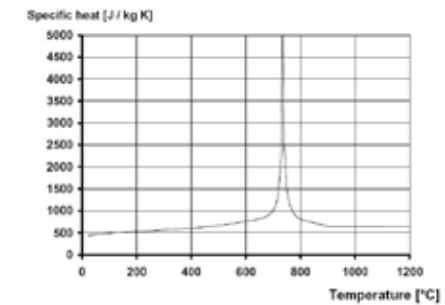
Acél hőmérséklete kifejlődött tűzben:



Az acél hőmérsékletének alakulása az idő függvényében

Acélelemek hőtani modellje:

Kb. 700 °C-on egy energia igényes kristályátalakulás, fázis átalakulás megy végbe.



Az acél energia változása a hőmérséklet függvényében

Az acélszerkezetek tűzben jellemzően kétféle elváltozást mutatnak. Egyrészt a nagy hő következtében eldeformálódnak, másrészt elszíneződnek.



Acél tetőszerkezet tüze, a szerkezet deformálódásával végződött

A deformációk mértéke és az elszíneződés színe utalhat a kialakult legmagasabb hőmérsékletre, annak eléréséig eltelt időre, a tűz keletkezési helyére és a terjedés irányára.

A deformáció intenzitása a tűz terjedés irányába fokozatosan csökken. A lokális deformációk az adott környezetben nagyobb égéshővel rendelkező anyag jelenlétére, vagy intenzívebb gázcsere miatt kialakult égési folyamatra utalnak.

A tartószerkezet leomlása sem feltétlenül azt jelenti, hogy ott ahol leomlott, keletkezett a tűz. Alapvetően kiindulhatunk ebből a feltételezésből, de mindenképp alapos vizsgálatnak kell alávetni a szerkezet statikai tönkremenetele szempontjából kritikus csomópontjait. A BS acélszerkezetű tetőszerkezete esetében egy-egy kritikus pont állékonyságvesztése következtében a szerkezet kialakítása miatt leszakadt a teljes acélszerkezet.



Budapest Sportcsarnok a tüzeset után

Fa szerkezetek:

Elsősorban az épületek esetében a fa építőanyag a tetőszerkezetekben, azon belül is a magastetőek esetében jelenik meg. Ilyen a típusból épült jelenleg az ország épületállományának zöme. Megtalálható belőle a több száz éves kialakítástól a kortárs kivitelig minden verzió. Az éghető szerkezeti anyagok miatt ez a legpotenciálisabban tűzveszélyes típus a szerkezet éghető komponens tartalma szempontjából. Ma az épületek legnagyobb száma fa tetőszerkezetekben, tetőtérben történik.

A fa természetben megtalálható anyag:

- Fő alkotóvegyületei: cellulóz (45%), hemicellulóz (20%), lignin (30%)
- fűrészeléssel állítható elő a szerkezeti fa (fűrészelt fa, FF)
- sűrűsége legalább 350 kg/m³ és t legalább 22 mm, tűzvédelmi osztálya: D - s₂, d₀.

A fa égése:

- 100-200 °C termikus bomlás, pirolízis (lassú felületi szenesedés)
- 200-250 °C lobbanáspont (éghető gázok távoznak)
- 250-300 °C égés (meggyújtott gázok folyamatosan égnek)
- kb. 330 °C öngyulladás (keletkezett gázok külső gyújtóhatás nélkül is meggyulladnak)
- kb. 800 °C hőbomlás megszűnik (csak a keletkezett faszén ég parázssal)

- parázssal és lánggal él
- pirolízissel (hőbomlással) éghető gázokat fejleszt lánggal égés
- elszenesedett felület faszene parázssal ég
- elszenesedett és elbomlott anyag: veszteség



Könnyűszerkezetes épület, faház tüzesete

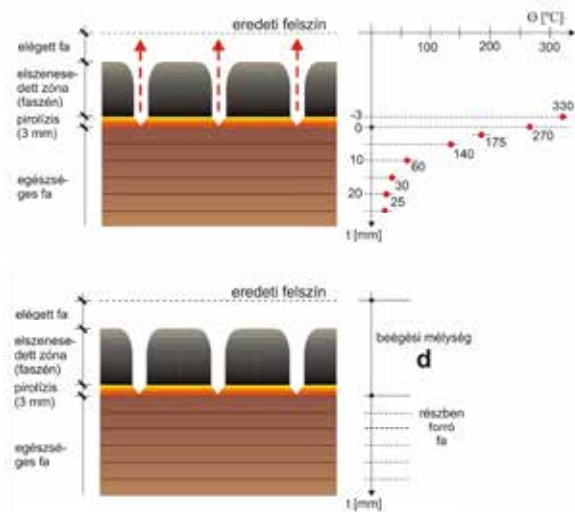
Faanyagok gyulladási hőmérséklete:

Sorszám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)
1	Bükk	395
2	Fehér fenyő	260
3	Fenyőfa láda	230
4	Gyertyán	250
5	Kőris	240
6	Lucfenyő	280
7	Parafa liszt	210-240
8	Parafa lakk	260
9	Tölgy	340

Fa szerkezeti elemek beégése:



A fa beégése



A fa beégése elméleti vázlat

A fa szerkezeti elemek égése során az anyag külső rétegeitől a belső felé haladva ég el. A fa szerkezeti elemek tűz általi károsodását beégésnek (EC: elszenesedés) nevezzük. A beégés során az anyag legfelső rétegei elégnak, megsemmisülnek, anyagvesztés alakul ki. Ezt követi az úgynevezett elszenesedett zóna, amelyben faszén található. A következő rétegben átlagosan 3 mm vastagságban zajlik a pirólízis, amely alatt a felmelegedett, de még ép fa réteg húzódik. A fa szerkezeti elemek az égés során keresztmetszet csökkenést szenvednek, amely következtében a szerkezet állékonyságát veszítheti, és összedőlhet.

A faanyag az egyik legjobb tulajdonságokkal bíró anyag a tűzvizsgálat szempontjából. Égése során kialakult változások sok mindenről árulkodnak. A beégések mélysége, az anyagvesztések mértéke információkkal szolgál a tűz időtartamáról, intenzitásáról, a terjedés irányáról.



Beégés nyomok mélységének változása a szarufákon

Tapasztalat: beégési mélység arányos a tűzhatás idejével.

- sík fafelületen a beégés mélysége: $d_0 = \beta_0 \cdot t$
- beégési sebesség: b_0 [mm/min] – sík felületen
- beégési sebesség környezet és faanyag függő
 - függ: környezeti hőhatástól (tűzhatástól): standard tűz-hatásra állapítjuk meg
 - fa nedvességtartalmától:
 - épületbe beépített fa egyensúlyi nedvességtartalma 12-18%
 - fafajtától, évgyűrűk tömörségétől, az eret orientáltságától és a testsűrűségtől
 - szellőzési, légáramlási viszonyoktól

Az elszenesedés mélységének elemzése:

Az alábbi tényezők befolyásolhatják az elszenesedés mélységének méréséből származó minták elemzésének érvényességét:

- Az elszenesedés mélységének mérése segíthet eldönteni, hogy egy vagy több hő- vagy tűzforrás okozta-e a beégést.
- A méréseket mindig azonos anyagokon kell elvégezni.
- A légcsere befolyásolja az égési sebességet, az égés intenzitását. A szellőzési pontok (befűvő vagy elszívó nyílások) vagy egyéb nyílások közelében lévő fa részek jobban elszenesednek a forró égésgázok nagyobb áramlása miatt.
- A mérést mindig azonos módon, ugyanazzal a mérőeszközzel és egyforma technikával kell végezni.

Elszenesedési minták éghető gázok esetén:

Ha a tűz szivárgó éghető gáz begyulladásából keletkezik, akkor igen nagy területen azonos mélységű elszenesedésre lehet számítani. Ilyen esetekben általában nem tapasztalható folyamatos elszenesedési mélység változás, ami alapján eldönthető lenne a tűz terjedési iránya. Egyedül csak a gázszivárgás környezetében található mélyebb elszenesedés, mivel az égés itt azután is folytatódik, miután a kezdeti gázmennyiség az égés hatására elfogy. Mivel a gáz szivárgási helye közelében nagy nyomású gázkifújás lehet, a közvetlen környezet erősen elszenesedik, ami jól használható a szivárgási hely beazonosítására.

A fűrészelt faárum kívül különböző mesterséges alapon összeállított, de természetes faanyagokból készült szerkezeti elemek léteznek:

- Rétegelt ragasztott tartók (RR):

vékony PUR szerkezeti ragasztó (megkötés után 'D' tűzvédelmi osztályú) – $v = 0,2$ mm

ragasztó-lágyulás kezdete: 200°C, gyulladáspont: 410°C hasonló a fához

RR a fűrészelt fával megegyező viselkedést mutat a tűzben, nincs delamináció

sűrűség = 380 kg/m³ és d = 40 mm, tűzvédelmi osztálya: 'D' – s₂, d₀

- Ragasztott furnérfa (LVL):

3 mm vtg. furnérfa „hámozott“ fa

gerenda, lemez: furnérok összeragasztásával, és azok ferde lapolós ragasztott toldásával

régi hazai tűzvédelmi minősítés (MSZ): könnyen éghető

EU-laborvizsgálat (akkreditált): D – s₁, d₀ (EU - konformitási igazolás)

- Fa építőlemez (OSB - Oriented Strand Board):

általános mérete 1,25 m×2,50 m, v = 12 - 22 mm

szabványosított gyártású és minőségű termék

szerkezetépítésben előírt: OSB-3 (általános) és OSB-4 (nedves terekbe)

célforgácsokból (strand) ragasztott építőlemez, nagy ragasztóhányaddal

sűrűség >= 600 kg/m³ és d >= 9 mm, tűzvédelmi osztálya: D – s₂, d₀...d₂

- Fa építőlemez (cementkötésű faforgácslemez – CK)

CK-lemez - ált. mérete 1,25 m×2,80 m (standard), v = 12 - 14 mm

összetétel: 20% faforgács, 60% portlandcement, 20% víz és adalékanyag

nem éghető a domináns anyag, éghető alkotókkal

sűrűség = 1000 kg/m³ és d >= 10 mm, nehezen éghető: B – s₁, d₀

- Gipszrost lemez:

továbbfejlesztett gipsz alapú építőlemez

gipsz-mag (80%), elmarad a külső papír-erősítő réteg

bekevert cellulóz-szálak (20%) belső szálalósítésként szolgálnak

A₂ – s₁, d₀ (éghető alkotókat tartalmazó nem éghető anyag)

A faanyagok szerkezetbe való építését eleinte hagyományos fakötésekkel készítették, ahol a szerkezetek, anyagokra nézve, homogének voltak. Manapság már korszerű mérnökjellegű kötéseket alkalmaznak, amelyek többnyire acél anyagúak, vagy egyéb fémek. Így a szerkezetek, anyagukra nézve, heterogén tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyek egy tüzeset során a szerkezetek állékonyságát befolyásolják. A fémek jó hővezető képességük miatt hamarabb felmelegednek, mint a fa. A kapcsolatok az kilágyulása miatt hamarabb tönk्रे mehetnek, mint egy homogén hagyományos ácsjellegű fakötés, kapcsolat. A tűzvizsgálat során következtetéseket lehet levonni a tető faanyag általi károsodásának mértékéből, amely a fa anyagok fajtájától, a szerkezeti anyagok típusától, a kapcsolatok kialakításától, a szerkezetek védelmi szintjétől, valamint a tűz intenzitásától és az égés időtartamától függ.

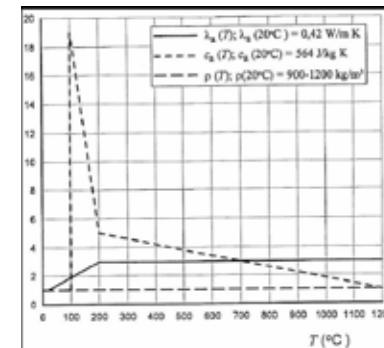


Hagyományos fakötés

acél
tűz

Falazott szerkezetek, oromfalak, tűzfalak:**Égetett agyag téglá (km. téglák, falazóelemek)**

- alapanyaga: agyag, iszap, homok
- 900°C fölötti hőmérsékleten ég kerámiává
- tömör téglá: nem éghető A1 tűzvesz. osztályba sorolású
- magas hőmérsékletet hosszú ideig elvisel
- falazóblokk: üreges, jó hőszigetelő elem, vékony üregfal-vastagsággal
- felületi leválásokra hajlamosabb
- Égetett kerámia falazóelemek ágyazó masszája a falazóhabarcs
- alkotói: homok, cement (portlandcement), mész, víz
- valamennyi éghető komponens nem tartalmazó, szervesetlen A1 tűzvesz. oszt.



Égetett agyag falazóelem tulajdonságai a hőmérséklet függvényében

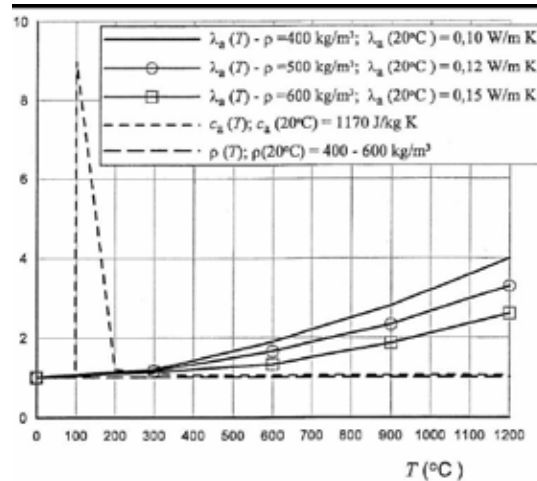
Pórusbeton falazóelem

- alapanyagok: kvarcchomok, cement, mész, víz
- pórusszerkezet kialakításához alu-pasztát (fémpor) adagolnak
- autoklávban szilárdítják, vízszegény CSH keletkeznek
- A1 tűzvesz. oszt.
- alacsony teherbírását a CSH-pórusfalak adják, hőszigetelését a légpórusok
- Viselkedése magasabb hőmérsékleten:

pórusvíz 100-150 °C közt távozik

szilárdsága csak 700 °C körül kezd csökkenni

1200 °C-t is elvisel



A pórusbeton falazóelem tulajdonságai a hőmérséklet függvényében

A falak önmagukban állékony szerkezetek. Statikai szempontból merevíteni kell őket, amelyek megoldhatók irányultság szempontjából egymásra merőleges, vagy szöget bezáró falakkal, a falakat összetartó födémszerkezettel, stb. Nem éghető anyagúak, de omlásveszélyt, mechanikai károsító hatást jelenthetnek az épületre. Épületek esetén jellemző módon a falszerkezetek jelentős része állékony marad. Károsodásuk többnyire más épületszerkezet mechanikai romboló hatása miatt következik be, nem elsősorban a tűz károsító hatásai miatt. A tűzfalak állékonyosságukat a fedélszerkezet megsemmisülése esetén is meg kell, hogy őrizzék. A tűzfalak szerepe zártorú beépítés esetén a tetőszintű tűzterjedés megakadályozása. A tűzszakasz határokra kerülnek elhelyezésre. Állékonyosságuk megőrzése rendkívül fontos, alapkövetelmény.

Egy összetett, heterogén szerkezet tűzállósági határértékét a leggyengébb összetevője, illetve az alkotóelemek összeépítésének módja határozza meg. A habarccsal készült falazatok leggyengébb eleme a falazó habarcs. Tűz esetén ez megy tönkre leggyorsabban, emiatt veszíti állékonyosságát a

falszerkezet. Minél vastagabb a habarcs réteg, annál fokozottabb a vonalszerű kapcsolati részek tönkremenetelének valószínűsége. A korszerű falazó elemeket mm vastagságú ragasztóréteggel építik össze, ezáltal csökken a falszerkezet heterogén jellege, amely miatt a különböző anyagok magas hőmérsékleten történő eltérő viselkedése miatti állékonyosságvesztés esélye is minimálisra csökken, vagy egyre inkább homogén szerkezetnek tekinthetjük a falat.

Az égetett agyag téglá felülete tartós 1000 °C hőmérséklet felett megolvad és egy ún. üvegmáz réteg alakul ki a falfelületen.



A tűzfal stabilitás vesztese és leomlása

A falszerkezetek esetében, az építőanyag szempontjából különleges falak a vályogtéglá falak, és a szalma falak (szalmaházak). Egyik — jellemzően természetes anyagokból felépülő — építőanyag sem a standard építőelemek közé sorolható.



Vályogból épített épület tüze



Szalmaház

Gipszkarton

A gipszkarton lemezes építés a modern építkezési formák egyike, a szárazépítés ágazatába tartozó, rendkívül népszerű, elterjedt építőanyag. Betölthet térelválasztó, álmennyezet, szárazvakolat, burkolat, stb. funkciót. Alapanyaga a gipsz, amit hevítéssel víztelenítenek, ipari szappannal, porított ásvánnyal, vegyszerrel, és kötőanyaggal kevernek össze, majd az így kapott folyékony iszapot a megfelelő vastagságban papírborítással látják el, és szárítják ki. Létezik hagyományos, nedvességálló és tűzálló kivitelben.

Elsősorban a tetőtűzek lefolyását befolyásolható tulajdonságai miatt szükséges az említése. Tűzvédelmi szempontból jellemezve, az összetett szerkezeti elem külső papír kérge gyorsan elég.

A gipszkarton falakon tűz hatására a külső papírrészek megpörkölődnek, a tűznek kitett oldalon a gipsz elszürkül, ahogy a benne levő szerves kötőanyag elszenesedik, majd, ahogy a szén kiég, egyre fehérebb lesz. Végül a gipszből eltávozik a víz és az elem törékeny, morzsolódó anyaggá változik, elveszíti állékonyosságát. A gipszkarton szerkezetek leggyengébb pontjai a rögzítések, amelyek gipszkarton csavarral történnek. A táblák kilyukadása ezeken a felületi pontokon történik, a csavarok kilágyulnak, majd a lángok átszűrnek a lyukakon.



Elmeszesedés (kalcináció)

A tűzálló kivitelű gipszkartont jellemzően alkalmazhatjuk az éghető anyagú tetőszerkezeti elemek tűz elleni védelmére, vagy egyéb szerkezetek tűzállósági határértékének növelése céljából. Akár a szerkezeti elemek körbeburkolásával, akár teljes felületek védelmével. A kialakítás kulcsa a felületfolytonosság. A felületeken található bármely jellegű szakadás, lyuk, hézag, áttörés nem megfelelő, nem felületfolytonos kialakítása a tűz terjedését teszi lehetővé. A jelenség sokszor rejtett mivolta miatt a tűzvizsgáló sem veszi észre a tűz szerkezeti rétegek közti terjedésére utaló nyomokat.



A rétegelt felépítésű gipszkarton szerkezet rétegei közti tűzterjedés, a felületfolytonos kialakítás hiányosságai miatt, valamint a felület károsodása

Nyílászárók üvegezése:Az üveg tulajdonságai:

- amorf szerkezeti anyag, A1 tűzvédelmi osztály
- magas hőmérsékleten lágyul
- hő hatására nagy és egyenlőtlen alakváltozásokat szenved
- könnyen, ridegen és szilánkosan törik
- olvadáspontja ~ 1100 °C

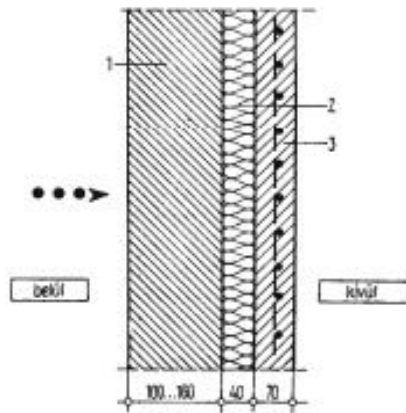
Egy ablaküveg tűz utáni állapota több tényezőtől függ: az üveg típusától, méretétől és vastagságától, az üveg és a hő egymásra hatásától, valamint az üveg felmelegedési, lehülési folyamatától. Az üveg tűznek kitett és tűztől elszigetelt oldalai között kialakuló hőmérsékletkülönbség repedéseket idéz elő. Ha az üveg egyik oldalát hirtelen láng hatás éri, míg a másik oldala viszonylag hideg, könnyen nagyobb darabokra törhet, míg a szilánkos repedések általában a vízzel való oltással járó gyors hűtési folyamat eredményei. A tiszta üvegcserepek valószínűleg a tűz előtt, vagy a tűz korai szakaszában, erős hő- vagy közvetlen láng hatására törtek ki, és kerültek az égésmaradványok alsó rétegébe. Az égésmaradványok alatt talált tiszta üvegmaradványok betörésre, bűncselekményre is utalhatnak.

Az iparosított technológiával kialakított szerkezeti rendszer jellemzői

A panelos épületek lapszerű tartószerkezettel rendelkeznek, melyek általában emeletmagasak és helyiség méretűek. Ezen elemekből, az éleiken történő, helyszíni kibetonozással nyerhetünk térbeli tartószerkezetet. A panelos szerkezeti rendszer további jellemzői:

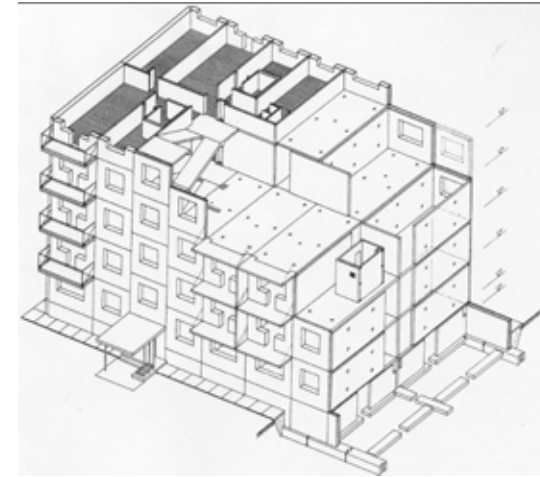
- az elemek tömege általában 1-7 tonna,
- az illesztési hézagokat betonnal töltik ki, az elemek kapcsolódását acélbetétekkel és élek menti feltámaszkodással oldották meg,
- az épületet kétirányú falak merevítik (a földem-fal kapcsolat nem elég merev),
- a homlokzati panelek szendvicsszerkezetűek, a belső panelek betonból, míg a földékek vasbetonból készültek.

A szendvicsszerkezetű panelkialakítás vázlata látható az alábbi ábrán. Az egyes rétegek: 1: teherhordó beton elem a belső oldalon; 2: hőszigetelő réteg; 3: homlokzati vasbeton elem.



A háromrétegű panel alapkonceptiója

Egy panelház felépítése látható az alábbi ábrán. A szerkezet kapcsolódásainak vázlata jól megfigyelhető a helységméretű elemek illeszkedésénél.



Panelos épület axonometrikus képe, 3D felépítése

A panelházak szerkezeti kialakításánál emlitem meg – bár az eredeti konstrukció nem tartalmazta – a homlokzati hőszigeteléseket. A hőszigetelés jelentősége ma már nem kérdés, az iparosított technológiával készült épületek esetében is rendkívül aktuális, és ezekben az esetekben, a többszintes többlakásos lakóépületeknél hordozza a legmagasabb tűzvédelmi kockázatot a nem helyes kialakítás. A homlokzati tűzterjedést a későbbiekben tárgyalom, de a hőszigetelő anyagokra itt térek ki.

Hőszigetelő anyagok:

Tűzvédelmi szempontból két fő csoportot különböztethetünk meg:

1. éghető anyagú, jellemzően égve csepegő, műanyag alapú hőszigetelő anyagokat
Expandált polisztirolhabok (EPS), Extrudált polisztirolhabok (XPS)
2. nem éghető anyagú közet-, ásványgyapot alapú hőszigetelő anyagokat.

Az épületek hőszigetelését, utólagos hőszigetelését külső falsíkon, homlokzati sikon kivitelezik. A hőszigetelő anyagok jellemzően táblákban, elemenként rögzíthetők a falszerkezetre. A rögzítés módja ragasztással, és dübelezéssel történik. A homlokzat kialakítása lehet normál hőszigetelt homlokzat (hőszigetelés a falszerkezetre rögzítve, vakolattal bevonva), illetve átszellőztetett homlokzat (hőszigetelés a falszerkezetre rögzítve, átszellőztetett légréteg, majd homlokzatburkolat).

Az épületeket gyakorlatilag becsomagolják különböző vastagságú hőszigetelő lemezekkel. A nyílászárók esetében a lemezeket befordítják a nyílászáró szerkezet síkjáig. A falszerkezetből kiálló konzolos erkélylemezeket körbeveszik a hőszigetelő táblákkal, kialakítva a hőveszteség szempontjából fontos folytonos védelmet. Azonban a hőtechnikai aspektusból vett védelmi sík potenciális tűzvédelmi veszélyforrást jelenthet a helytelen kialakítás következtében.

A nem szabványos kivitelezésű hőszigetelt homlokzat könnyedén jelentős szerepet játszhat a tűz terjedésében. Az éghető komponenseket tartalmazó műanyag alapú hőszigetelő lemezek nem megfelelő burkolása (elsősorban vakolása), valamint a falszerkezethez történő helytelen rögzítése (csak pogácsás ragasztás, keretelt ragasztás helyett, túl nagy hézag a fal, valamint a hőszigetelő lemez között) játszik szerepet a tűz terjedésében. Ilyen kialakítás mellett a tűz könnyedén terjedhet akár az épület mellett összehordott majd meggyulladt anyagokról egy többlakásos lakóépület valamelyik lakásába, vagy egy lakás erkélyén meggyulladt anyagokról a nyílászárókig kiépített hőszigetelésen keresztül a lakás belső terébe. Nem szakszerűen kivitelezett átszellőztetett homlokzat esetén a meggyulladt hőszigetelő lemezen az átszellőztetett légrétegben uralkodó légáramlás hatására gyors függőleges tűzterjedés alakulhat ki. A viszonylag gyorsan lezajló égési folyamat (éghető anyag gyorsan elég) miatt a határoló szerkezetek (homlokzatburkolat, falszerkezet) nem feltétlenül károsodnak kívülről, így első pillanatra nem látható a tűzterjedés nyoma, mert takart marad a szerkezetek által. Egy tetőtűz kapcsán, ahol az épület mellett is lehullott, elégett, károsodott anyagmaradványok helyezkednek el nem könnyű feladat megállapítani, hogy a tűz a tetőszerkezetben keletkezett és a lehullott anyagmaradványok fent égtek meg, vagy pedig a tűz a fal mellett elhelyezett tárgyakon keletkezett és gyors ütemben az átszellőztetett homlokzaton keresztül gyújtotta meg az ereszt, amelyről terjedt tovább a teljes tetőszerkezetre. Sok esetben ezen ismeret birtokában is csak a roncsolásos szerkezet-megbontás után deríthető fény a különleges tűzterjedésre.

A nem éghető anyagú, tűzhatlan hőszigetelések szerepe is jelenthet kockázatot, és okozhat nagy károsodásokat. Lakóépületek esetében jellemzően a tetőszerkezetek hőszigetelését látják el ásványgyapot, kőzetgyapot, üvegyapot hőszigetelő rendszerekkel. A szerkezeteket a belső tér felől elszigetelik, majd elburkolják. A jó tűzállósági határértékkel rendelkező építőlemezek esetében a burkoló felületek hosszú percekig elviselik a hő- és lánghatást. A mögöttük lévő hőszigetelő anyag miatt a zárt tetőtérben kialakuló hő az adott helyiségben akumulálódik, amely felgyorsítja a flashover kialakulását, és a szerkezet lehullása után hirtelen hősokk jelleggel fejti ki hatását. Az aláhulló hőszigetelő anyag mögötti szerkezet felületfolytonosságát megbontja, majd a kialakuló intenzív légcserre következtében az égés sebessége jelentősen felgyorsul.



Hőszigetelő anyag károsodása

Építőanyagok vizsgálati módszerei

Az építőanyagok tűzvédelmi tulajdonságainak megállapítását az Építésügyi Minőségellenőrző Innovációs Nonprofit Kft. (ÉMI) laboratóriumában lehet elvégeztetni. Az ÉMI végez helyszíni és laboratóriumi vizsgálatokat egyaránt. A vizsgálatok által megkapjuk az adott anyag (pl.: téglá, falazóelem, gerenda, stb.) tűzvédelmi jellemzőit.

A tűzvizsgálat, azon belül az anyagok éghetőségét vizsgáló eljárások keretein belül ún. fizikai tűzmodelleket készítenek. Ezek lehetnek valós méretű, vagy arányosan kicsinyített modellek. Ezek a modellek a valóságot hivatottak leképezni, és abból következtetéseket levonni, a különböző, esetünkben építőanyagokra, szerkezetekre vonatkoztatva. A laboratóriumi körülmények között végzett kísérletek azonban nem helyettesíthetik, csak általánosíthatják a valódi tüzhelyszínt és az ott adott pillanatban uralkodó körülményeket. Azonban tökéletesek a meglehetősen jó közelítések megalkotására.

Ezen kísérletek fontossága rendkívül nagy, azonban nem pótolhatja a valódi tüzesetek során történt építőelemek, épületszerkezetek károsodásainak elemzését. Az égésmaradványok, károsodott szerkezetek felmérése, a körülmények pontos rekonstrukciója hosszútávú és nagy mennyiségben a valósághoz legközelebb álló, legrealisabb adathalmazt képezheti, amely rendkívül hasznossá válhat a tűz megelőzés szakmai területén. Fontosnak tartom, hogy a tűz keletkezési helyének, idejének, a keletkezés és terjedés körülményeinek, a veszélyeztetettség fokának, stb. vizsgálatán túl legalább ugyanakkora hangsúlyt kell fektetni az anyagok, szerkezetek, építési jellegzetességek, téralakítások, stb., és az azokban adott körülmények között történt károsodások (tűzkár, füstkár, vízkár, mechanikai kár, stb.) vizsgálatára, az adatgyűjtésre és azok elemzésére. Egy szisztematikusan végzett adatgyűjtés és rendszerezett adatbázis a megelőző tűzvédelem hasznára válik.



Vizsgálati módszerek

Épülettüzek

Épülettüzek esetében alapvetően két rendszer – épület és tűz – egymásra hatásáról beszélhetünk. Ezen két rendszer viszonya határozza meg az égési folyamat lezajlását.

A két rendszert külön-külön leíró fizikai, kémiai jellemzők az épület, mint rendszerhatár (*nem éles határokról beszélhetünk, de alapvetően a szabad tér²³ /zárt tér/ szabja meg a fizikai határokat*) keretei között egy speciális kölcsönhatásba lépnek egymással. A tűz az épületeken belüli, speciális körülmények miatt egyedi égési folyamatokat produkál, amelyeket égésméleti megközelítésből zárt terek tüzeinek nevezünk. A zárt terek tüzeinek egyedi jellemzői adják az épülettüzek égésméleti alapját. A téma specialitása a zárttéri hatások kialakulásán alapszik. Egy mérhető, végletes 3 dimenziós, szerkezetekkel körülhatárolt térben az éghető anyagok mennyisége is véges. A szerkezetekkel körülhatárolt, zárt térfogatban az oxigénmennyiség szintén véges, az építőelemek pedig hő hatásával kölcsönhatásba lépnek. Elnyelik a hő egy részét, felmelegednek, a hő más részét visszaverik, fokozva ezzel a belső tér hőmérsékletének növekedését.

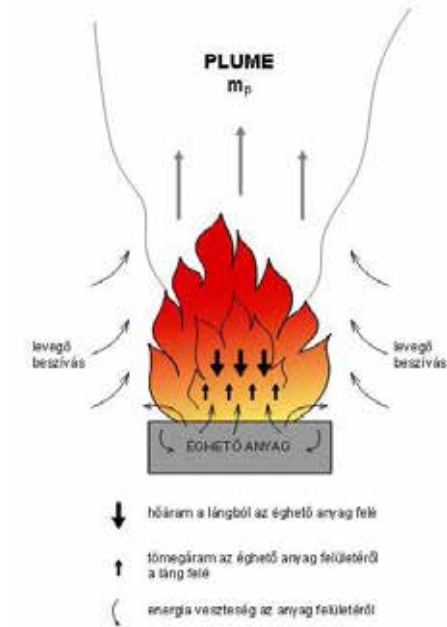
Zárt terek tüzei

A tűz fejlődésének elsődleges folyamatai

Belső terek tüzeinek vizsgálata, a helyiségekben fejlődő tűz viselkedésének, hatásainak elemzése, modellezése, az emberi élet védelme, valamint a szerkezetek, anyagi javak megóvása miatt kiemelkedően fontos. A tűz és az égési folyamat során fejlődő hő és toxikus gázok károsító hatásainak elméleti ismerete elengedhetetlen a szakszerű vizsgálatok elvégzéséhez.

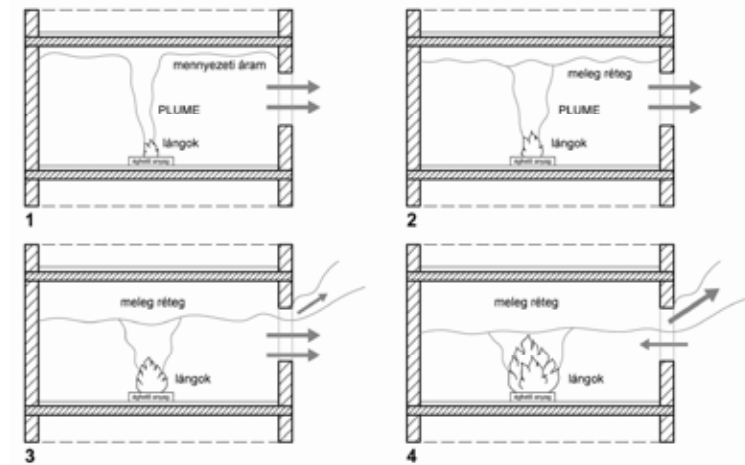
A plume kialakulása

Az el nem égett gázok, a gáz halmazállapotú égéstermékek, valamint a beszívott levegő alkotják az ún. plume-ot. A plume energia és tömegáramot képvisel, amelyet az égés és a beáramló levegő szabályoz.



A plume kialakulásával kapcsolatos folyamat

A meleg réteg kialakulásának folyamata

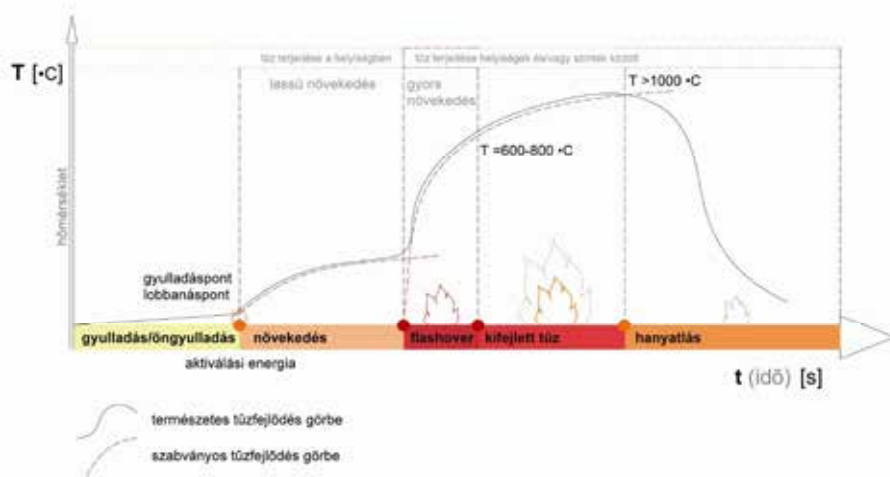


A meleg réteg kialakulásának folyamata

²³ Szabadiér: helyiségnek nem minősülő térség – beleértve a nyitott fedett tereket –, ahol termelést, raktározást vagy ezekhez kapcsolódó tevékenységet végeznek.

Zárttéri tűz fejlődése

A lakóépületekben keletkező tüzek fejlődése leírható a zárttéri tüzek fejlődésével. A földszinti, emeleti lakások helyiségeiben keletkező tüzek fejlődése során a nyílászárók üvegezése a hőhatás következtében kitörik, a légcserre biztosítottá válik. Tetőtüzek esetén a folyamatos légcserre a rétegrend folytonosságának megszakadása (pl.: részleges omlás, átégés) után valósul meg.

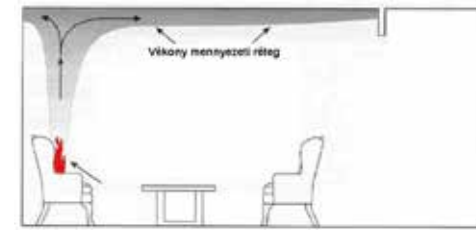


Természetes tűzfejlődés zárt térben diagram

A zárttéri tűz fejlődésének szakaszai:

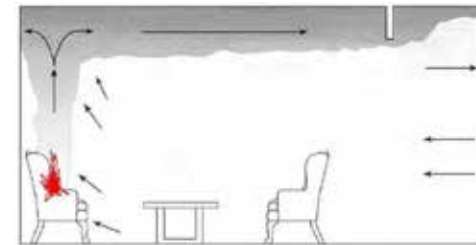
- a tüzkeletkezés időpontja, az első anyag(ok) meggyulladása
- a tűz növekedésének fázisa, nem jellemző még a zárttér hatása, vagy elhanyagolhatóan kicsi, az égési folyamat sebessége, a növekedés sebessége az éghető anyagok mennyiségétől és fizikai tulajdonságaitól függ
- átmenet a növekedési fázisból a kifejlett tűz szakaszába, amely határára következnek be a flashover jelensége, amely gyors változásokkal jár, ahol 600 °C hőmérsékletnél a légnemű bomlástermékek meggyulladnak
- kifejlett tűz fázisa, a teljes helyiség égése, valamennyi éghető komponenseket tartalmazó anyag ég, az égési folyamat sebességét a zárttér hatása befolyásolja
- a hanyatlás szakasza, ahol már az éghető komponenseket tartalmazó anyagok mennyisége jelentősen csökken, amely befolyásolja az égés sebességét, ezáltal a hőtermelés lelassul.

Ha zárt térben bármilyen tárgy meggyullad, és lánggal ég, akkor hő és különféle toxikus égéstermékek keletkeznek. A tűz kezdeti szakaszában lángok még csak a gyulladás környezetében láthatók, a hőmérséklet emelkedése nem számottevő, és a légtérben sem használódott el az oxigén. A forró füstgázok levegőt beszívva felfelé áramlanak, egészen addig, míg egy függőleges felületbe (mennyezet) nem ütköznek, ahol vízszintesen terjednek tovább.



A mennyezeti réteg kialakulása

Ha az egyre vastagodó füst réteg eléri valamilyen nyílás (nyitott ajtó, ablak) tetejét, azon elkezd kifelé áramlani. A keletkező füst mennyiségével megegyező, légcserre során eltávozó égéstermék esetén a meleg réteg vastagsága nem növekszik tovább. Ha azonban növekszik a tűz mérete, akkor a füst réteg lejjebb süllyed, és a lesugárzott hő melegíteni kezdi, néhány helyen akár meg is gyújthatja a helyiségben lévő éghető tárgyakat.



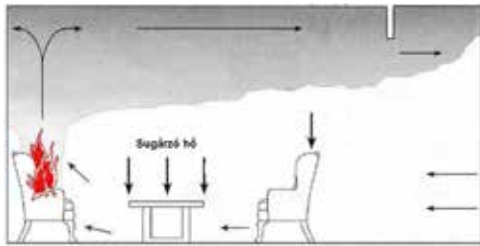
A meleg réteg növekedése, a vízszintes áramlás kialakulása

A nyílás felső részén meleg füst áramlik kifelé, alsó részén pedig hidegebb levegő befelé. A környezet hőmérséklete ekkor a mennyezet közelében gyorsan nő, a padló szinten viszonylag alacsony.

Ha elegendő levegő áll rendelkezésre az égéshez, a tűz *éghető-anyag szabályozott* lesz, mivel ilyenkor a tűz terjedési sebessége és a hőtermelés mértéke csak az éghető anyagok mennyiségétől és jellemzőitől függ. Ha a helyiség nyílása akkora, hogy a tűz növekedéséhez a későbbiekben is elegendő levegő áramlik be, akkor a felső füst réteg több oxigént, és kevesebb el nem égett anyagot fog tartalmazni.

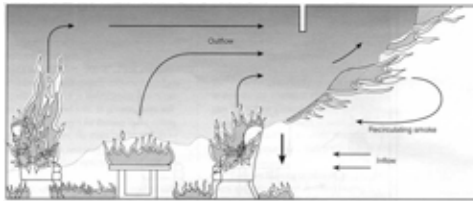
Ha a nyílás mérete miatt kevesebb levegő tud beáramlani, a tűz *szellőzés-szabályozottá* válik. Ha a rendelkezésre álló oxigén mennyisége kevesebb, mint ami az éghető anyagok elégetéséhez szükséges, akkor az égés egyre tökéletlenebb, a tűz lassabban fejlődik, a mennyezeti réteg egyre több el nem égett anyagot fog tartalmazni.

A mennyezeti réteg lángolása a *flameover* jelenség. A lángok ilyenkor még nem érintik a tárgyak felületét. A flameover jelenség nagy térfogatú, magas helyiségben, vagy korlátozott éghető anyag esetén nem következik be, mert ahhoz szükség van a mennyezeti rétegben megfelelő mennyiségű el nem égett anyag jelenlétére.



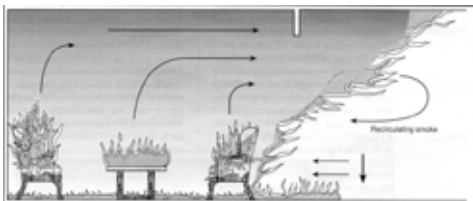
A belobbanás előtti állapot

A tűz növekedésével a mennyezeti gáztér hőmérséklete is növekszik, így egyre nagyobb lesz a padló irányába ható hőszugárzás. Ha a hőmérséklet eléri az alacsonyabban lévő éghető anyagok gyulladási hőmérsékletét, akkor nemcsak a tárgyak párolgásából származó gázok, hanem a mennyezeti réteg aljában lévő el nem égett égéstermék is meggyulladnak (kb. 600 °C). Ez a jelenség a *flashover*. Ilyenkor a helyiségben lévő összes éghető anyag lángba borul, de gyakran az árnyékolt, védett területekre nem terjed ki az égés.



A flashover

A tüzek nagy részénél a belobbanást a helyiség teljes égése követi, feltéve, hogy nem fogy el az éghető anyag, nem szűnik meg az oxigénellátás, vagy nem oltják el a tüzet. A helyiség teljes égésekor a forró réteg elérheti a padló szintet. A teljes lángba borulás annál gyorsabban következik be, minél jobban szellőzött a helyiség. Rosszul szellőzött, vagy ablaktalan terekben hosszabb idő szükséges a flashover bekövetkezéséhez, vagy egyáltalán nem következik be, végső esetben a tűz magától, tűzoltói beavatkozás nélkül kialszik.



A teljes helyiség égése

A intenzitását (mértékét) a mérnöki gyakorlatban az ún. hőtermelési sebességgel szokták jellemezni (jele: Q , mértékegysége: kW). Az előzőekben zárt térben, 600 °C hőmérséklettel jellemzett flashover bekövetkezése 1000 kW-nál alakul ki. Ezt követően jellemzően az átlagosan berendezett helyiség hőmérséklete, a zárttér hatások miatt eléri a 800-1000 °C hőmérsékletet. A lángok ennél a hőmérsékletnél és tűzfejlődési szakasznál törik át a nyílászárókat, bonthatják meg az éghető komponenseket tartalmazó válaszfalak, födémek felületfolytonosságát és terjednek át a szomszédos helyiségekbe.



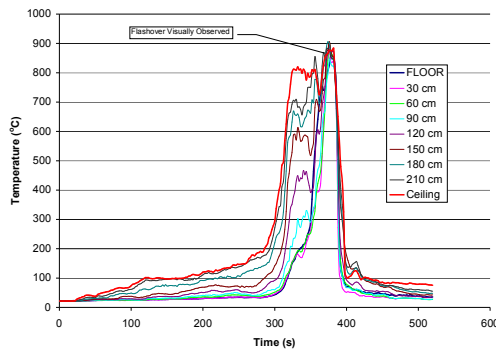
Zárt téri tűz fejlődése

A tűz hőmérséklete és az égés ideje (befolyásoló tényezők)

A tüzeset helyszínén, az égési folyamat során kialakult középhőmérséklet az ott jelen lévő anyagok tulajdonságaiból, károsodásaiból állapítható meg. Ehhez ismernünk kell a jelenlévő anyagok termikus tulajdonságait: gyulladási hőmérsékletét, lobbanáspontját, stb.

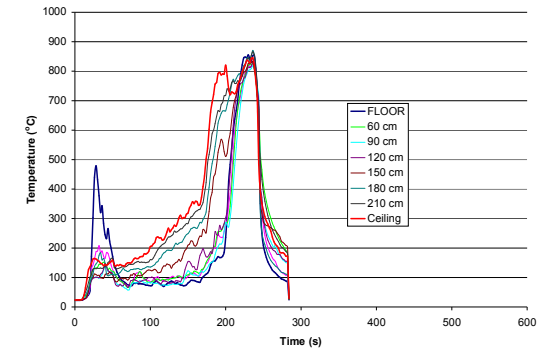
Egy átlagosan berendezett helyiség (igaz ez egy tetőtéri lakás helyiségére is) tüzének legmagasabb hőmérséklete kb. 800 - 1.200 °C. A tűz hőmérséklete természetesen függ az ott tárolt anyagok fajtájától, mennyiségétől, valamint az égési folyamat körülményeitől: a szellőzéstől, az égés időtartamától, stb. A nagyobb szellőzésű tüzek magasabb hőmérsékleten, gyorsabban égnek, mint a lappangó, oxigénhiányos, lassú tüzek, izzások.

Kísérleti céllal egy konténerben berendezett átlagos helyiségben - égésgyorsító folyadék nélkül gyújtott tűz hőmérsékletének alakulása látható az idő függvényében. A hőmérséklet a kb. 6,5 perc után bekövetkezett flashover időpontjában volt a legmagasabb, a helyiség minden pontján kb. 900 °C.



Tüzeset lefolyása égésgyorsító folyadék használata nélkül

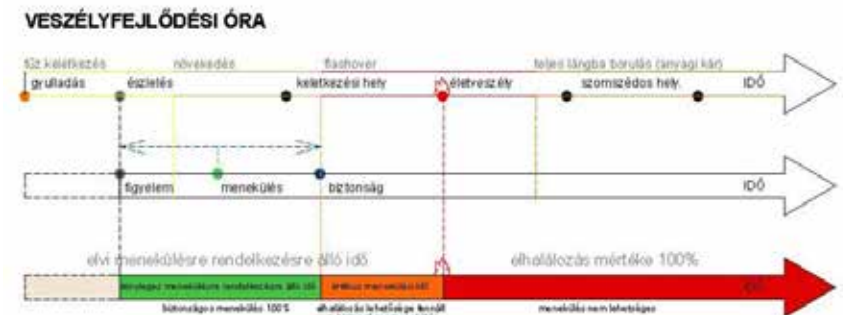
A szándékos tűzokozások nagy aránya miatt, az égésgyorsító folyadékok jelenlétében keletkezett tüzesetek hőmérsékleti hatását vizsgálva egy helyiségre, az alábbi következtetésekre lehet jutni. A lenti ábrán látható görbék azt az állapotot mutatják, amikor a kísérleti helyiségben - gyújtás előtt – benzín kerül szétlocsolásra. A legszembetűnőbb különbség az előző kísérlethez képest, hogy a teljes lángba borulás jóval hamarabb, kb. a 3,5. percben bekövetkezett. A legmagasabb hőmérséklet közel azonosan alakult, mint az első, égésgyorsító folyadék használata nélkül gyújtott tűz esetén. A második esetben a teljes lángba borulásig eltelt idő rövidebb volt, így a károsodás is kisebb mértékű lett, mint az első kísérlet alkalmával.



Tüzeset lefolyása égésgyorsító folyadék használatával

A kísérletek eredményei alapján arra a következtetésre lehet jutni, hogy egy helyiség tűz hőmérsékletének maximuma nem függ égésgyorsító folyadék jelenlététől. Egy helyiségben keletkező tűz a belső tér kialakításától, szellőzésétől, szigeteltségétől, és a benne található éghető anyag mennyiségétől függ. A tüzterhelés mértéke egy gyújtogatás során szétlocsolott éghető folyadék jelenlététől nem nő jelentős mértékben.

Azonban a teljes lángba borulásig eltelt idő éghető folyadék jelenlétében jelentősen lecsökken. Ez az épület kiürítéséhez rendelkezésre álló időt nagymértékben befolyásolja, az emberi élet veszélyeztetettségét és az anyagi javak károsodásának mértékét növeli. Tetőterekben keletkezett tüzeseteknél egy késedelmes észlelés során a határoló szerkezetek éghetősége (tűzvédelmi osztálya), valamint a magasból történő mentés nehezebb, időigényesebb kivitelezése miatt a menekülésre, mentésre, kárelhárításra rendelkezésre álló időintervallum rendkívül feszes. A kiürítéshez rendelkezésre álló idő lecsökken, míg a kiürítéshez (mentéshez) szükséges idő megnő, így a kiürítési időhatár nagymértékben szűkül, amely a veszély mértékét növeli. Ezért rendkívül fontos egy hasznosított, élettérként használt tetőtér éghető anyagú szerkezeteinek égéskésleltetése, tűzálló szerkezetekkel történő takarása, amelyek által a kiürítési időhatár megnövekszik.



Veszélyfejlődési óra

Egy épület szerkezeteinek tönkremenetele elsősorban a hőhatás miatt következik be. Tetőterekben az épületszerkezetek nagyobb aránya tartalmaz éghető komponenseket, mint egy átlagos földszinti,

emeletközi helyiség esetén. Ezért a flashover bekövetkezése ideje és a hatékony tűzoltói beavatkozás megkezdésének ideje közti időintervallumnak minél szűkebbnek kell lennie. A károsodások mértéke ezen intervallum nagyságának függvényében alakul.

Tűzvédelmi hiányosságok, hibás megoldások panel épületek esetében



Panellakás tűz

Magyarország lakásállományának jelentős részét az iparosított technológiával épített lakóépületek, az ún. panel épületek alkotják. Az épületállomány a XXI. század elejére nagymértékben amortizálódott, ezért sok esetben felújításokat hajtottak végre rajtuk. Mindkét esetben, a felújított és a jellemzően energetikai (hőtechnikai) szempontból felújított épületek is több tűzvédelmi kockázatot hordoznak magukban. A lakásokat érintő tüzesetek jelentős hányada zajlik ezekben az épületekben, ezért azok részletesebb elemzését fontosnak tartom.

A tűzvédelmi rekonstrukciók túlmutatnak az általánosságban, gyakorlatban használt felületes, felületi rehabilitációkon és egy sokkal elmélyültebb, részletesebb analízist igényelnek. Az égés tulajdonságainak, terjedésének alapos ismerete szükséges ahhoz, hogy megfelelően tudjunk védekezni ellene. Egy-egy emberi életre vonatkoztatva igen ritkán előforduló jelenségről van szó, azonban tűz esetén a legapróbb védekezési hiba is tragikus végkifejletet eredményezhet.



Kiégett lakás anyagmaradványai

Teherhordó és térelhatároló szerkezetek

Az iparosított építési rendszerű épületek épületszerkezeteinek egy része előregyártott technológiával készült, elmondható, hogy megfelelő, ellenőrzött gyártási körülmények között. A rendszer hibái és hiányosságai így a részletekben tűnnek fel.

A tartószerkezetek tűzállóságát tekintve elsőként megállapítható, hogy maga az alapszerkezet az estek többségében megfelelő. Az illesztések és egyéb részlet megoldások vizsgálata során kerülnek napvilágra a problémák. A maghőszigetelés éghető anyagból készült, amely nyílászárók vonalában helyezkedik el, és amelyen átköve tartja a belső teherhordó réteg a külső burkolati kérget. Ezen kapcsolatok tűz esetén állagvesztési problémákat eredményezhetnek (nem megfelelő betonfedés az acélszerkezeteken, amelyek tartják a panelelemeket). Az elemkapcsolatok és a hegesztések nem gyári technológiával készültek, hanem kevésbé ellenőrzött helyszíni munkával. A kivitelezés minősége így kérdéses lehet, annak ellenére, hogy a mérnökök többszörös túlméretezéssel készítették a terveket (nem megfelelő betonfedés az acélszerkezeteken, amelyek tartják a panelelemeket). Ez a probléma hatványozottan érvényes a felfüggesztett erkélyelemek esetében is.



Függesztett erkély

A tűz terjedése szempontjából veszélyeztetett épülelem (homlokzati tűzterjedés esetében nagy hőterhelést kap). A szerkezetek, panelek csatlakozásánál hézagok keletkeznek, ami ezen technológiának a velejárója. A probléma ezen hézagok tömítettségével van, és azok tűzben való viselkedésével. A hő és a füst a legapróbb rést is megtalálja és áramlási adottságaiból kifolyólag súlyos károkat okozhat. Ezért nagyon fontos a panelhézagok szakszerű tömítése. Ugyan ez a probléma igaz a gépészeti vezetékek, installációk épületszerkezeteken való áttöréseinek esetében is.

Itt említem a homlokzati hőszigetelő rendszerek szakszerűtlen, nem megfelelő kivitelezését is. Az éghető hőszigetelő táblák (polisztirolhab) nem megfelelő felhelyezése valamint a nem megfelelő részletkialakítások miatt (nyílászárók hibás kávaképzése, erkélyek csomópontjai) az esetleges homlokzati tűzterjedést elősegítik. Megoldást jelent a szálas anyagú tűzhatlan hőszigetelés alkalmazása, minimum homlokzati tűzterjedési gát kialakítása céljából beépítve. Fontos megemlíteni, hogy a külső vakolat réteg nem megfelelő vastagságban történő felvitele (lásd: Miskolci paneltűz) az egész szerkezet tűzvédelmi teljesítményét negatívan befolyásolja, ami megsokszorozza az emberi élet veszélybekérülésének a kockázatát és a tűzkárt.



Szakszerűtlen homlokzati hőszigetelés

Szakipari szerkezetek

Ezekre az építészeti elemekre általában egyáltalán nem terjed ki a panel rehabilitáció, holott az elmúlt évek súlyos panel lakás tüzei ezen szerkezetek nem megfelelő tűzvédelmi tulajdonságai miatt keletkeztek (Budapest, Csertő utca 1972. 05. 18.; Debrecen, Fényes udvar 6. 2007. 02. 26.; Budapest, Páskom Park 35. 2007. 06. 07.; Miskolc, Középszer utca 20.).

Elsősorban veszélyes szerkezet a konyhákhoz tartozó gépészeti akna.

Az aknák szintenként nincsenek megfelelően elhatárolva a lakótérrel. Sem az aknafalak, sem az akna ajtók nem tűzgátló kivitelűek (nem rendelkeznek megfelelő tűzvédelmi paraméterekkel). Ezek cseréje feltétlenül szükséges, hogy a szintenkénti tűzterjedést bizonyos mértékig megakadályozzák. Az aknában lerakódott szennyeződések, zsiradékok az eltelt évek során vastagon lerakódtak, így sokszor egy-egy szikra is elég lehet a tűz kialakulásához. A kürtőben lévő levegőellátás ideális a kezdeti tűz táplálására, amely egyre hevesebb és forróbb füstöt bocsát ki, amely beépített vízszintes tűz és füst elleni csappantyúk hiányában akadálytalanul terjedhet a további szintekre. Nagyon nagy hangsúlyt kellene ezen szerkezet helyes kialakítására fordítani a konyhai szagelszívók védelmétől kezdve, a megfelelő tűzállóságú akna elfalazásokig. Gyakran előfordul, hogy szabálytalanul „mellékötik” a fürdőszobai aknához a konyhai elszívót is. Ilyen esetben az aknát faszterkezettel burkolják körül, és ebbe vezetik bele a konyhai elszívót. A gyakorlat bebizonyította (Budapesti paneltűz 2007), hogy ez a megoldás a tűzterjedés kockázatát hatványozottan megnöveli.

Hasonló problémakörbe tartoznak a szemétdobók, amelyek fémajtói tűzállósági határértékkel nem rendelkeznek (10. ábra).



Szemétdobó

Itt a tűz általában gondatlanságból adódik, de az emberi tényező minden esetben kikerülhetetlen, ezért kellene gondot fordítani a szemétdobók megfelelő tűzvédelmére. Gépészeti szakiparként említeném meg a működés képtelen száraz felszálló vezetékeket, melyek meggyorsítanak a beavatkozó tűzoltók munkáját. Azonban megbízhatatlan, többnyire működésképtelen mivoltuk miatt nem használják őket, így a sugarakat az orsótér nélküli lépcsőházban csak nagy erőfeszítéssel,

nehezen tudják a tűzoltók megszerelni, ami lassítja a beavatkozás gyorsaságát, ezáltal növelve az égési folyamat időtartamát.



Száraz felszálló vezeték

Tűzszakaszok, tűzgátló szerkezetek

A szakipari szerkezethez tartoznak a bejárati nyílászárók, amelyek betörés biztonságtechnikailag egyre gyakrabban megfelelőek, azonban tűzgátlás szempontjából gyengék.



Nem megfelelő tűzállóságú bejárati ajtó

A tűz könnyedén terjed át a bejárati nyílászárón, füsttel és hővel telítve a menekülési útvonalakat. Ezen ajtók nincsenek felszerelve önműködő csukó-szerkezettel sem, amely hiányában az ajtók lakástűz esetén nyitva maradnak a menekülő lakók után, így semmilyen tűzgátló szerepet sem töltenek be. Másik komoly gond a betörés elleni védekezés, amelyet egyre sűrűbben (érthető okok miatt) plusz felszerelt acél ráccsal oldanak meg a tulajdonosok. Ez pánik helyzetben a menekülésüket hátráltatja, valamint sérülésük esetén a mentésükre siető tűzoltók bejutását akadályozza, olyan esetekben, amikor másodperceken múlhat egy-egy ember, család élete.

Tűzszakaszolás szempontjából meg kell különböztetnünk a középfolyosós és a fogatolt elrendezésű épületeket. A 10 szintes fogatolt épületek egy fogatának tűzszakasz-területe közel 4000 m². A középfolyosós épületek tűzszakasz-területe meghaladhatja a 10.000 m²-t. Az első, de az utóbbi esetében is a tűzszakasz-területek csökkentése kedvezőbb lenne.

A tűzterjedést gátló szerkezetek, úgymint tűzgátló ajtók, csappantyúk, tetőszinti tűzterjedés elleni gátak, homlokzati tűzterjedés elleni gátak, hiányoznak a panel épületekből, és a rekonstrukciók során sem fordítanak kellő figyelmet rájuk a legtöbb esetben, holott létezik szakszerű megoldás.



Tetőszinti tűzterjedés elleni gátak



Homlokzati tűzterjedés elleni gátak

Hő és füstelvezetés

A lépcsőházak kialakítása nem füstmentes, nem kezelhető önálló tűzszakaszként, és az esetek többségében nehézkes a menekülés és nehéz a beavatkozó tűzoltó állomány feljutása az égő lakáshoz. A középfolyosós épületekben nincs sem hő-, sem füstelvezetés. Ezen hiányosságok roppant mértékben veszélyeztetik mind a lakók, mind a tűzoltók testi épségét.

Épületvillamossági rendszerek

Napjainkban a műszaki meghibásodás miatt keletkezett tüzesetek nagy része a villamossági rendszerek meghibásodásából adódik. A panelházak rendszerei régiek, műszakilag sok esetben nem kielégítőek. Az esetleges „felújítások”, átalakítások nem egyszer barkács-jellegűek. A hiányosságok pótlása vagy elmarad, vagy sok esetben szakszerűtlen. A régi kábelek a mai fogyasztókhoz, illetve azok számához viszonyítva alulméretezettek. A tűzvédelmi szabványossági felülvizsgálatok elmaradnak. A villámvédelmi rendszer nincs felülvizsgálva, a károsodott rendszerek hiányosak, a homlokzat felújítások miatt a rendszer tűzveszélyes.

Ide sorolnám a biztonsági eszközök meglétének hiányát is. Hiányoznak a menekülési utat jelző kiürítési irányfények. A falakon, vészkijáratok körül elhelyezhető irányjelző csíkok, festés. Nincsenek vagy hiányosak a beépített tűzjelző berendezések, kiépített tűzjelző rendszerek. Nincsenek hő- és füstérzékelő berendezések. Ezek a berendezések nem drágák, könnyen beszerezhetőek, hiányuk viszont emberi életekbe, nagy anyagi veszteségekbe kerülhet.

Használati szabálytalanságok

Már említettem az emberi tényezőt, mint a legkiszámíthatatlanabb tényezőt. A szerkezeti, biztonsági hiányosságok pótlása ellenére az ember az ingatlan használatából adódóan sok hibát, szabálytalanságot követ el. Az egyik legjellemzőbb tevékenység a különböző tárgyak, anyagok felhalmozása, szabálytalan tárolása. Az erkélyek méretüknél és kialakításuknál fogva, valamint a lakás kis alapterülete miatt, tároló funkciót tölt be. Sokszor tűzveszélyes anyagok tárolása is itt történik. A helyhiány miatt gyakori jelenség az erkélyek utólagos beépítése is. Ez a szakszerűtlenség miatt sokszor rendkívül veszélyes lehet.



Szabálytalan tárolás



Tűz terjedése erkélyről a lakás irányába

A nagyobb alapterület és a betörés elleni biztonság érdekében a beugrónként 1-1 bejáratnál rendelkező 2 lakás lezárja a közös előteret egy ráccsal. Így plusz előszobát nyernek, ahol cipőket, kabátokat, de akár elektromos berendezéseket is (hűtőszekrényt, fagyasztót) tárolnak. Egy esetlegesen itt keletkező tűz esetén (éghető anyagok: cipők, szekrény, ruhaneműk; gyújtóforrás: elektromos berendezés és természetesen égést tápláló közeg is rendelkezésre áll) a menekülési útvonal teljes egészében használhatatlan, a végkimenetel tragikus is lehet. A lakások előtti szűk folyosókat sok esetben éghető falburkolatokkal látják el a felújítások alatt, illetve szabálytalanul szűkítik bútorokkal, egyéb tárgyakkal, amelyek többnyire éghető anyagból vannak.



Szabálytalan tárolás



Közeledő szakaszban történt tüzeset égésmaradványai

Ezek meggyulladhatnak, de a füsttel telített folyosón akadályozzák a menekülést, a szabad keresztmetszetet szűkítik és a beavatkozó tűzoltók munkáját is nehezítik, veszélyeztetik.

Épülettüzek vizsgálatának speciális gyakorlati megoldásai

Az otthonjellegű létesítményekben lezajlott tüzesetek vizsgálata természetesen a jellegre vonatkozó jellemzőkön kívül nem tér el az alapvető tűzvizsgálatok lefolytatásától.

A vizsgálat során elsősorban a zárttéri tüzek következményei tárhatók fel, amelyek néhány speciális gyakorlati megoldást igényelnek. A mérnöki szemléletű vizsgálat tüzeseti helyszíni szemléje a mérnök jellegű bizonyíték- és állapot rögzítést takar.

Helyszíni szemle egyik kiemelt szakasza a tüzeseti helyszín rajzi formában történő ábrázolása. Az ábrázolás jelentősége, hogy a bizonyítékokat szemléletesen és geometriailag mérhető formában rögzítse.

A rajzi ábrázolás

A tüzeseti helyszíni szemle során kézzel rajzolt ún. manuálét készítünk. A rajzot a helyszín alapos bejárása és megismerése után, lépték helyesen szükséges megörökíteni.

A kiindulás minden esetben az építészeti tulajdonságok minél hűebb ábrázolása, a lakóépület jellegétől, a tüzeset kiterjedésétől, a károsodásoktól és veszélyeztetettségétől függő megjelenítési formában.

Az ábrázolást, rajzi megjelenítést, a tűzvizsgálati eljárás egészével azonos módon, fokozatosan közelítő (a tűz keletkezési helyére irányuló) formában kell elvégezni. Tehát a tüzeset helyszínéről egy **tüzeseti helyszínrajzot** kell készíteni, amin ábrázolni kell: -a tűz által épület ingatlanon való elhelyezkedését; -a károsodással már nem érintett még valamennyi szomszédot (tehát az összes tűz által érintett és az első már tűz által nem érintett szomszédokat); -az épület megközelítési útvonalait, -az ingatlan közüzemi bekötési pontjait (elektromosság, gáz, stb.); -a károsodott természeti környezetet, -a tüzeset idején elhelyezkedő gépjárműveket, -és minden a tüzesettel összefüggésben releváns 1:500-as léptékben ábrázolható tárgyat, eszközt, építményt, stb. Rendkívül fontos a megelőző tűzvédelem, és a tűzoltói beavatkozás szempontjából vizsgálni a tűzoltó vízforrásokat (földalatti-, földfeletti tűzcsapok), középmagas-, magas lakóépületek előtt a tűzoltási felvonulási út²⁴ és terület²⁵ meglétét. Ezeket fel kell tüntetni a helyszínrajzon.

A további rajzi megjelenítés közelítően a keletkezési helyhez 1:100-as (esetleg 1:200-as) léptékben kell ábrázolni. A tűz által érintett szint, valamint a károsodott, eset jellegétől függően a veszélyeztetett szintek alaprajzai. Az ábrázoláshoz pontos geometriai méretek felvétele szükséges (magasság, hosszúság, szélesség). Szükséges a fal- és födém szerkezetek vastagságainak mérete és anyagainak megnevezése. A falakba épített nyílászárók mérete és azok adott falon belüli elhelyezkedése. A méreteket kótázott formában már a manuálén jelölni kell. Az égési folyamat szempontjából kiemelt fontosságú a belső terek burkolatainak rögzítése, továbbá a helyiségekben égett, károsodott berendezési tárgyak leírása, és elhelyezése a rajzokon. A különböző mértékű károsodások jelölése a különböző tárgyakon, épületszerkezeti elemeken, burkolatokon a fokozatosság kiolvashatósága miatt elengedhetetlen. Javasolt a berajzolt tárgyak, szerkezetek, stb. megszámozása és a rajzlapon történő számozott feliratozása is a jobb érthetőség kedvéért.

Kiemelt figyelmet és rajzi megjelenítést, pontos geometriai elhelyezést kell biztosítani a potenciális gyújtóforrásoknak, mint például: kandalló, kémény, kazán, tűzhely, csatlakoztatott elektromos fogyasztók, szauna.

A statikus elváltozások geometriailag méretezett ábrázolása mellett fontos a tűz dinamikus viselkedésének megjelenítése. A tűz terjedésének legszemléletesebb ábrázolása a kiindulási origótól (keletkezési hely, vagy helyek) való a terjedés irányába mutató vektoriális ábrázolás mód. A terjedést ábrázoló irányított vektor hossza egyben meghatározza a tűz terjedésének mértékét a terjedés határáig (a tűz által már nem károsodott területig). A tűz alapvetően térben terjed, ezért nem csak egy egyenes vonalú irányt kell megjelölni, hanem alaprajzi szinten egy területet, amely jellemzően egy amorf, szabálytalan formát eredményez. A teljes területen belül jellemzően különböző mértékben károsodott részterületek találhatók, amelyek tónusbeli különbséggel történő ábrázolása (sok esetben nagyjából koncentrikus szabálytalan formák) valósághűen leképezhető. Ezen túl a metszeti rajzokon meg kell jelenjen a magassági dimenzió ábrázolása is. Az ezáltal olvasható méretek (kiterjedés) nagymértékben segíti a tüzeset elemzését. Többnyire kiragadható egy-két kiemelt irány a tűz terjedésében, amely jellemzi a mértékadó terjedés irányát (eredő vektor), ezért fel kell tüntetni a rajzokon.

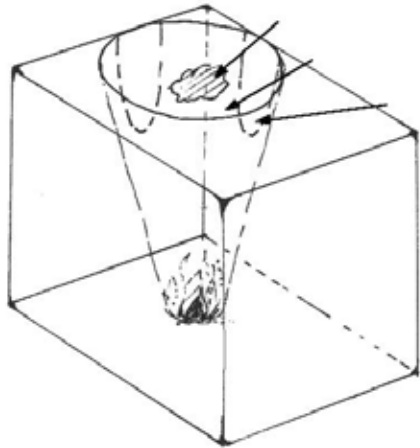
²⁴ *Tűzoltási felvonulási út:* a tűzoltási felvonulási terület megközelítésére szolgáló megfelelő teherbírású, szilárd burkolatú, a tűzoltógépjárművek közlekedésére alkalmas út.

²⁵ *Tűzoltási felvonulási terület:* az OTSZ-ben meghatározott az építmények tűzoltására, mentésre szolgáló a homlokzat előtt létesített, megfelelő teherbírású, szilárd burkolatú terület (út) – amelynek méretét a tűzvédelmi szakhatóság állapítja meg –, s amely a tűzoltás technikai eszközeinek (emelősaras gépjármű, gépezetes létra, gépjárműfecskendő), és a tűzoltóegységek a rendeltetészerű működésének feltételeit biztosítja.

Tehát a pontos építészeti terek ábrázolása az első lépés, azonban természetesen elengedhetetlen a károsodott szerkezetek, burkolatok, stb., valamint a tűz, a hő és a füst, továbbá az oltóvíz által károsodott berendezési tárgyak pontos kótázott elhelyezése is a rajzfelületen.

A helyszíni szemle dinamikus szakaszában, a tűzkeletkezéssel potenciálisan összefüggésbe hozható helyek részletes rajzi megjelenítése javasolt, amelyet érdemes 1:20 léptékben ábrázolni és a részletezettséghez mérhető tartalommal feliratozni, megtölteni.

Az alaprajzi megjelenítés mellett fontos egyrészt a térbeli rekonstruáláshoz, másrészt a károsodások teljes körű megjelenítéséhez szükséges metszetek, homlokzati rajzok, belső fálnézetek ábrázolása is. A tűz térbeli jelenség, ezért az adott tűzhelyszín térbeli megjelenítése is elengedhetetlen, ami 2 dimenziós ábrázolási technikával papíron a megfelelő számú vetület (alaprakzok, metszetek, homlokzatok, fálnézetek, részletrajzok) rögzítésével lehetséges. A tűzmintázatok vetületi megjelenése (különböző síkfelületeken pl.: mennyezet, falak) a térbeli anyagáramlás síkfelületekkel történő metsződése következtében alakul ki. Az égési folyamat során keletkező áramlás szabályos térbeli alakzatok keletkeznek, amelyek forró égéstermék áramlás formájában szabályos síkbeli geometriai alakzatokként jelennek meg a sík felületekkel való metszések következtében.



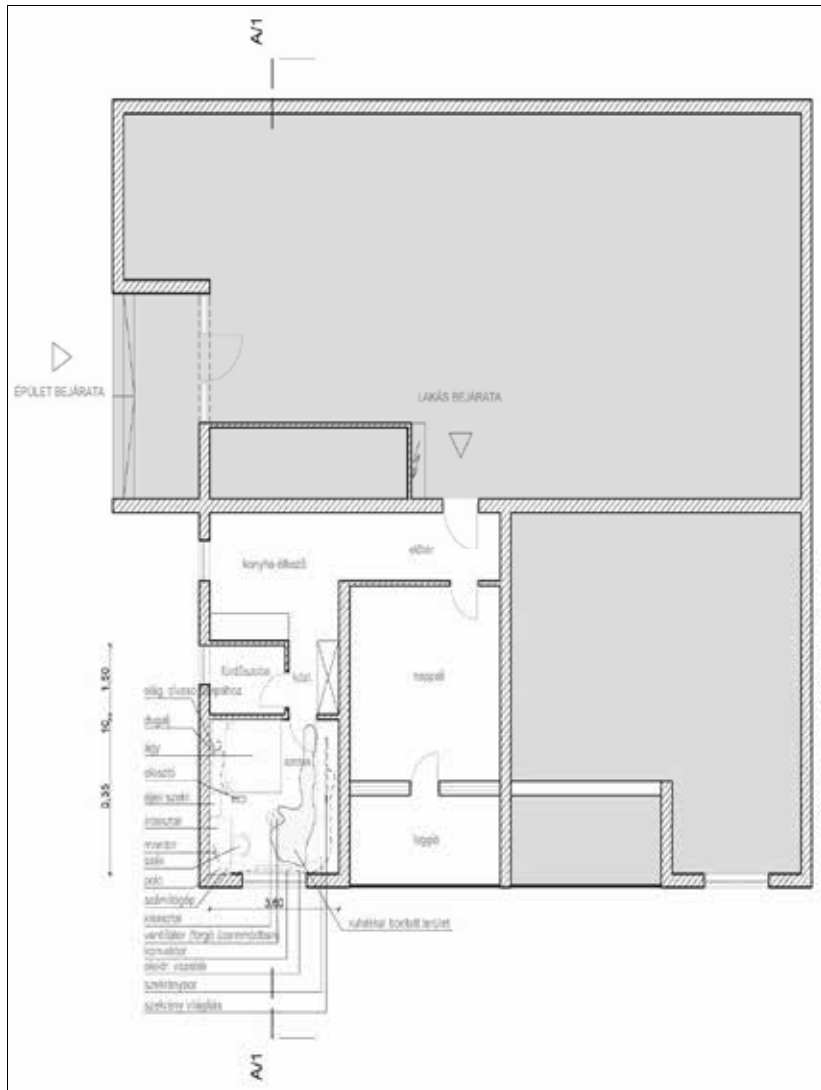
Térgeometriai alakzat síkmetszetei a zárt tér határoló felületein

Az elváltozások pontos kiterjedésének, mértékének ábrázolása mellett fontos egy rekonstrukciós rajz, elsősorban alaprajz készítése, ahol a tűz előtti állapot ábrázolása a cél. A tüzeset minél pontosabb rekonstruálása érdekében alapvetően fontos a két végpont meghatározása, esetünkben a tüzeset előtti, és a tüzeset megszűnése (oltása vagy kialvása) utáni állapot rögzítése. Megfelelő objektív bizonyíték, rögzített nyom, vett minta birtokában a két ismert, rekonstruált végállapot között lezajló folyamat, esemény a megfelelő ismeret birtokában megállapítható. Ezek fényében elemezhető és meghatározható a tűz keletkezési helye, időpontja, oka. A tűzoltás során sok esetben előfordul a tüzeset helyszínének megváltoztatása. A tűzvizsgálat szempontjából fontos berendezéseket elmozdítják (éghető anyag eltávolítása – az oltás egyik alap pillére). A megváltoztatott helyszín félrevezetheti a tűzvizsgálatot végző személyt, ezért elengedhetetlen az eredeti állapot rekonstruálása, hogy a tűzfejlődés hitelesen levezethető legyen.

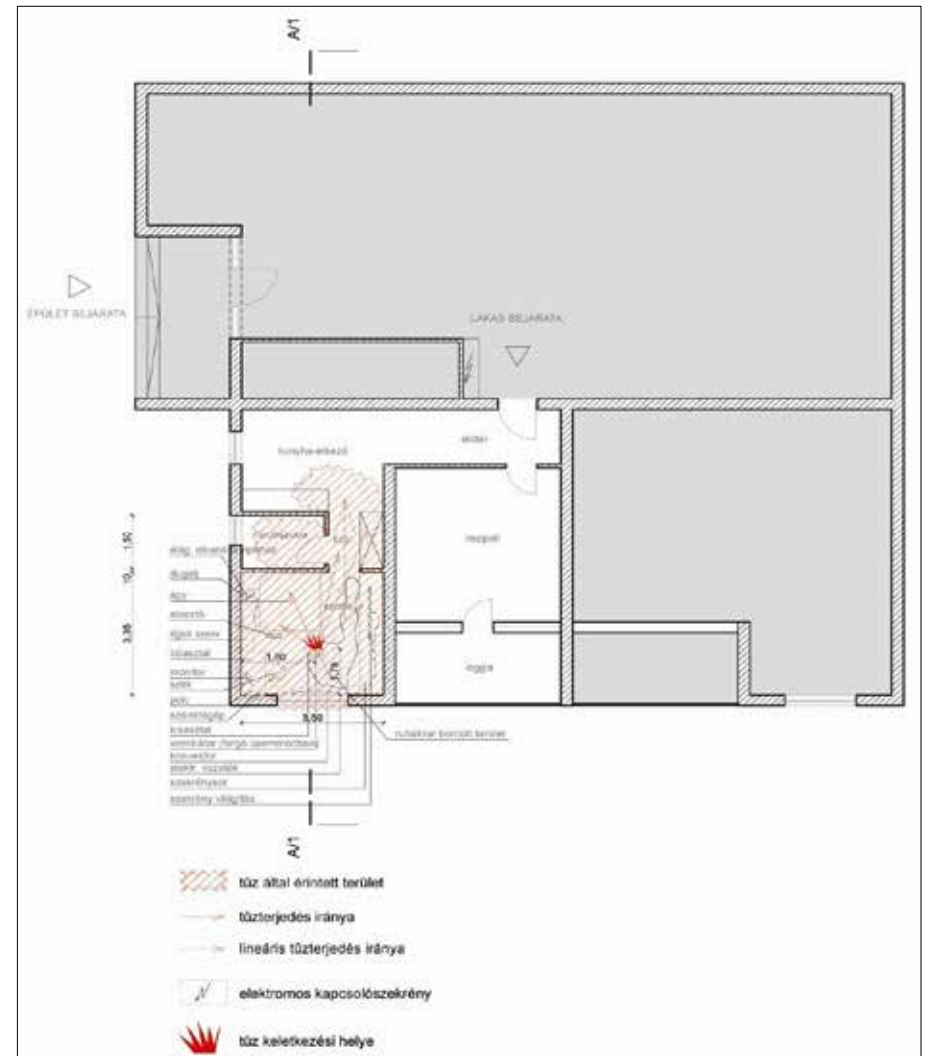
Számítástechnikai eszközök

A XXI. század fejlett számítástechnikai eszközeit érdemes felhasználni a tűzvizsgálat elemzési szakaszában. A 2 dimenzióban, manuálé formájában rögzített adatok teljes mértékben alkalmazhatók a számítógépes pontos, lépték helyes rajzi megjelenítéshez, továbbá az abból építhető virtuális 3 dimenziós modell készítéséhez. A szemléletes virtuális 3D-s megjelenítés segíti a vizsgálat elemzési fázisát, akár hetek, hónapok elteltével is élethűen őrizi az addigra rég megváltoztatott eredeti helyszín virtuális mását. A bizonyítási eljárás során közérthetően, egyszerűen szemlélteti a lezajlott események egy-egy jelentős szakaszát. Tűzmodelleket, tűzmodellezést, szimulációkat végző szoftvereket alkalmaznak épületekben kialakulható, feltételezett tüzek lefolyása, az áramlási viszonyok elemzése érdekében (lásd vonatkozó fejezet!) A szerkezetek kialakítását meghatározó tűzvédelmi paraméterek jó közelítéssel tervezhetők, a determinisztikus, sztochasztikus matematikai modellek egyelőre azonban a hagyományos értelemben végzett tűzvizsgálat, és tűzvédelmi tervezés kiegészítő munkafázisaként vehetők számításba a vizsgálat során felállított tézis megerősítése, vagy megerősítése céljából.

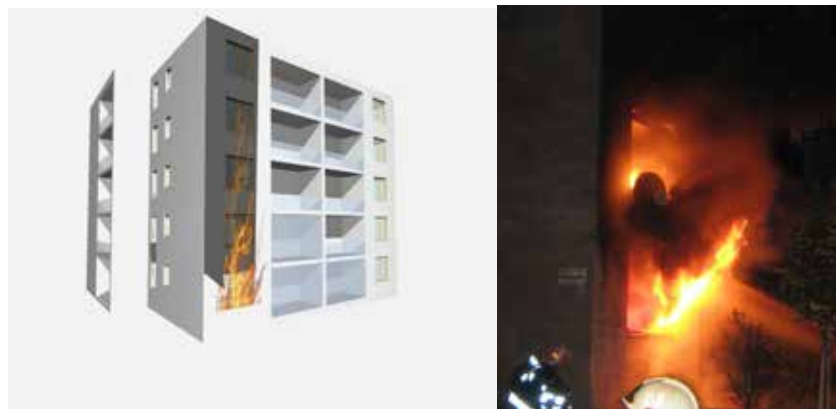
A tüzeseti helyszíni szemle során a leghatékonyabb és megfelelő alkalmazás mellett a valóságot leghűbben tükröző állapot rögzítési módszer a fényképfelvételek készítése. A fényképes dokumentálás azonban nem helyettesítheti a fentiekben említett lényegyet kiemelő absztrahált rajzi megjelenítést. Viszont ez által a módszer által rögzíthető valamennyi adat, nyom, elváltozás, anyagmaradvány, minden az égési folyamat után hátra maradt objektív bizonyíték. A fényképes dokumentálás menete azonos elveken, a nagy és általános képek rögzítésétől a folyamatosan szűkülő, fokozatosan a lényegre, a tűz keletkezési helyére és a lehetséges gyújtóforrásra fókuszáló eljárás alapján alapszik. A fényképes dokumentálás elvégzése tervezett munkavégzés kell legyen. Elvégzését a rajzi dokumentálás után érdemes és javasolt végrehajtani, olyan módon, hogy a rajzokon rögzítve legyen a fényképezés útvonala, a fontosabb képfelvételek irányultsága és elhelyezkedése. A fényképezett tárgyakat, bizonyítékokat, léptéket érzékeltető módon (mérőszalaggal ellátott nyom rögzítés), egyértelműen, megkülönböztetett módon megjelölve (pl.: számozva) kell megörökíteni. Így a tűzvizsgálat elemzési szakaszában a fényképek egy térbeli sorrendiséget tükröznek, egy logikai menetet ábrázolnak, amelyek teljes egészében kiegészítik a rajzi vizsgálati munkarészeket, valamint egyértelműen számozott módon visszakereshetők). A fontosabb nyomokat, bizonyítékokat oly módon kell megörökíteni, hogy azok térbeli elhelyezkedése az adott helyiségben egyértelmű legyen. Ezt követően több irányból kell nagyobb léptékben rögzíteni a fotózott bizonyítékokat. A közeli, elmozdítást igénylő apró részleteket kiemelő fényképfelvételeket kizárólag később a helyszíni szemle dinamikus szakaszában tárjuk fel.



Rekonstruált alaprajz



Tűzterjedés ábrázolása



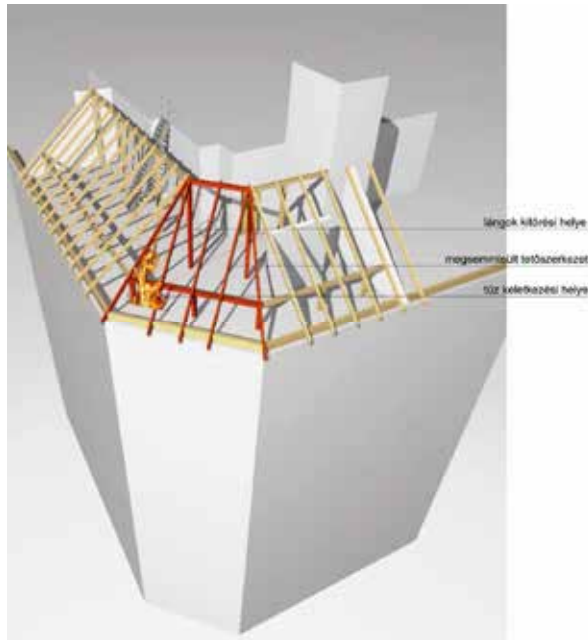
Homlokzati tűzterjedés



Nem éghető anyagú homlokzat károsodása



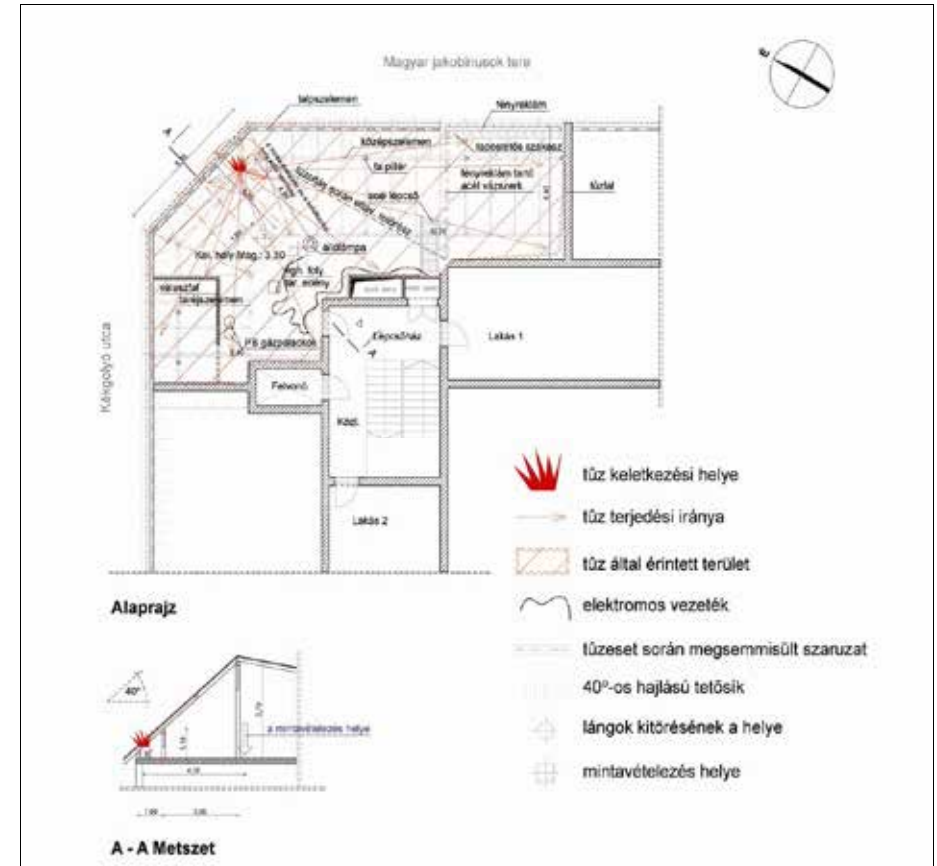
Tetőtűz



Rekonstruált tetőszerkezet



Tűzterjedés elemzése



Tűzterjedés ábrázolása

Az épülettüzek során keletkező jellegzetes elváltozások, égésmintázatok

Az épületszerkezetek elváltozásai általában nagymértékű hő hatására következnek. A torzulások, deformálódások, anyagvesztések, elszíneződések általában a legnagyobb igénybevétel helyén, vagy a leghosszabb ideig tartó égés területén alakulnak ki, ezáltal rámutatva a tűz keletkezési helyére, az égési folyamat idejére. Azonban a szerkezeti kialakítások és az égett anyagok pontos ismerete elengedhetetlen, mivel az elváltozások sok esetben félrevezethetik a tűzvizsgálatot.

Tűzmintázatok, égésnyomok geometriája

Az égésnyomok, tűzmintázatok, rajzolatok a hőforrásból eredő hő és plume, valamint a kontaktusba kerülő felületek ábrázoló geometriai metsződéséből, áthatásából, valamint a lángokkal és az azok hősugárzásából keletkeznek, és hagynak áruklódó jeleket a tüzeset után.

- *'V' alakú mintázat:* függőleges és meredek hajlású felületeken keletkeznek. A 'V' betű alsó pontja a hőforrásra mutat. Nem minden esetben rajzolódik ki teljes mértékben a V alakzat, azonban a száruk meghosszabbítása és metsződési pontja a hőforrás origójára utal.
- *Fordított 'V' alakú* (más néven: 'A' alakú, vagy fordított kúp alakú) mintázat: általában párolgó éghető folyadékok, pl.: üzemanyagok rövid idejű égési folyamata során keletkezik.
- *Homokóra alakú mintázat:* ha a tűz nagyon közel vagy közvetlen kapcsolatban volt a függőleges, meredek hajlású felülettel, akkor a hőforrás origóját két metsződő egyenes rajzolja ki, amelyek alsó és felső szárai közti terület elszíneződik, és jellegzetes homokóra szerű mintát eredményez.
- *'U' alakú (parabola alakú) mintázat:* jellemzően sugárzó hő hatására alakul ki. A hőforrás nagyobb távolságban helyezkedik el az adott felülettől, nincs közvetlen kontaktusban azzal, mint a 'V' alakú mintázat esetén.
- *Nyílvesző alakú mintázat:* általában függőleges oszlopszerű kialakításokon jelenik meg. A nyíl iránya a keletkezési hely felé mutat olyan módon, hogy a rövidebb, de jobban elszenesedett oszloprészek a hőforráshoz közelebb helyezkedtek el, tehát az anyagvesztéség ott a nagyobb majd onnan fokozatosan csökken a hőforrástól távolodva.
- *Kör alakú mintázatok:* vízszintes felületeken (mennyezet, asztalok lapja alatt, tehát jellemzően a vízszintes felületek alsó síkján) található. Az erősebben károsodott középpont alatt található általában a hőforrás. A mintázat a csúcán álló kúp és vízszintes felület síkmetszetét rajzolja ki, kör formájában.
- *Ellipszis alakú mintázatok:* ferde, felületeken (tetősík) található, kialakulása megegyezik a kör alakú égésnyoméval, vagyis a mintázat a csúcán álló kúp és ferde felület síkmetszetét rajzolja ki, ellipszis formájában.
- *Szabálytalan formájú mintázatok:* általában teljes lángba borulás után, hosszú oltás vagy leomlás eredményeként alakulnak ki, ezekben az esetekben a keletkezési helyre, hőforrás origójára utaló geometriai úton visszavezethető módszer nem alkalmazható, mivel az égési folyamat ezen fázisában az éghető komponenseket tartalmazó anyagok mindegyike meggyullad.
- *Fánk alakú (tórusz alakú) mintázatok:* adott felületen, éghető folyadékok égési reakciója során a geometriai alakzat a belső részén a folyadék hűtőhatása (párolgása) miatt kisebb az égés intenzitása, az égési reakció sebessége, ezáltal egy jellegzetes tórusz síkmetszetszerű alakzat (fánk alakú minta) rajzolódik ki a felületen.
- *Nyereg alakú mintázatok:* jellemzően vízszintes, vagy a függőlegetől eltérő térbeli egyenesek, pl.: gerendák, szelemenek, szarufák felső élén található minták, amelyeket a felettük lévő fedés (pl.: takaró lécezés, deszkázat, ellenléc, stb.) átégése okoz. A minta utal az égési folyamat lezajlásának helyére, a tűzterjedés irányára.
- *Kúszó mintázatok:* hosszú, széles, egyenes minták, amelyeket általában valamilyen tüzelőanyag (szándékos) szétöntése és meggyújtása okoz. A mintázatok kirajzolódása

irányultságot jellemez, a hőforrás origójától, a tűzkeletkezési helytől a terjedés iránya azonosítható.

- *Füst demarkációs vonal:* Az égési folyamat során felszabaduló plume a mennyezet alatt, fokozatosan felgyülemelő ún. meleg réteget hoz létre. A zóna folyamatosan vastagabb (fentről lefelé növekvő) réteget alkot, amely határozott kontúrvonalat, demarkációs vonalat húz a helyiség függőleges felületein, falain. A vonal mennyezettől számított távolsága mérhető, ezáltal az elégett anyagok ismeretében, az azokból felszabaduló égéstermék mennyiség kiszámítása után, a helyiség térfogatából számíthatóvá válik az égési folyamat időtartama.

Néhány a füst színére jellemző adat:

- *Fekete:* nagy széntartalom, oxigénhiányos égés (zárttérre jellemző) műanyagok, gumi égéstermékének színére jellemző.
- *Szürke:* a cellulóz tartalmú anyagokra jellemző, (pl.: fa, papír), jellegzetesen a hőáramlás felhajtó ereje által szálló pernye.
- *Fehér:* a vízgőz. A nagy víztartalmú anyagok ilyen jelenséget produkálnak, de fehér füst képződik a foszfor égési reakciója során is.
- *Sárga:* a füst kolloid részecskéi közé jutó el nem égett kén adja a jellegzetes színt.
- *Sárgás-barna:* a nátrium-oxidok produkálják (pl.: műtrágya).
- *Tisztára égések:* az égési folyamat kezdeti szakaszában az égési reakció lassú, ezért jellemzően több égéstermék, füst, korom kerül a levegőbe. Ezek a lerakódnak az érintkező felületeken, majd a zárttéri tűz kifejtett szakaszában a nagy hőmérséklet következtében leéghetnek a felületekről. A tisztára égett felületek, tehát a nagy kiterjedésű, sok éghető anyagfogyással járó, kifejtett tüzesetek során áruklódhatnak a tisztára égett felület közelében elhelyezkedett, de megsemmisült, elégett korábbi jelenlétéről.
- *Olvadttárgyak maradványok:* A különböző műanyagoknak, fémeknek eltérő hőmérsékleten van az olvadáspontja, amely nagy segítséget nyújt a tűzvizsgálat során, a zárttérben uralkodó hőmérséklet megállapítása során. Az olvadt anyagok irányultsága utalhat az általános, vagy lokális légcserre, valamint a tűzterjedés irányára, továbbá a nagyobb kiterjedésű tárgyak, berendezések egyes-felületeinek olvadt állapota jelzi a hőforrás elhelyezkedését. Robbanások esetében a hirtelen felszabaduló nagy lökéshullám és hő a robbanás térbeli origójától kiinduló a nyomáslevezetés irányába mutató olvadásokat okoz.



Tárgyak olvadt maradványai

- *Árnyékolt felületek:* egy tűz által érintett normál méretű helyiség, szoba függőleges felületei, falai általános esetben egyenletesen károsodnak füst, korom, és hősugárzás hatása miatt. Az ettől eltérő, kisebb mértékben károsodott, elváltozott felületrészek általában valamilyen korábban ott elhelyezkedő bútor, tárgy miatt alakulnak ki.



Bútor által árnyékolt falfelület

- *Elszínződés:* a különböző fém felületek különböző hőmérsékleteken eltérő elszínződéseket mutatnak, amelyek utalnak a keletkezett legmagasabb hőmérsékletre.



Elszínződött fém fűtőtest

- *Deformálódások:* Jellemzően a fémszerkezetek (sík felületek: lemez falak, fedések, stb.; térbeli egyenesek: gerendák, oszlopok, stb.; rácsostartó szerkezetek (síkbeli, térbeli) deformálódnak elsősorban hő-, másodsorban mechanikai hatás eredményeként. A deformáció irányultsága utal a tűz terjedés irányára, mértéke a tűz időtartamára, a maximális kialakult hőmérsékletre.
- *Pikkelyes beégések:* a faanyagokon a zárttér teljes lángba borulása után nagyjából egyenletes pikkelyszerű felület alakul ki.



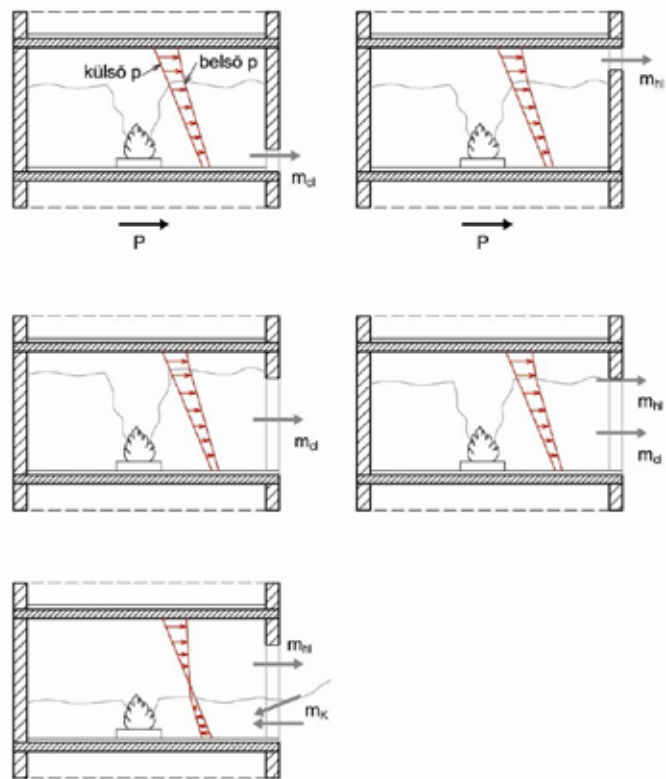
Pikkelyes fafelület

- *Elszenesedés:* a faanyagok pirolizise során keletkező égésmaradvány. Az elszénesedés mértéke, mélysége, a faanyag ún. beégését a faanyag fizikai tulajdonságai, a zárttérben uralkodó hőmérséklet befolyásolja az idő függvényében, tehát ez alapján szintén jó közelítéssel következtethetünk az égési folyamat időintervallumára, a tűzkeletkezés időpontjára.
- *Repedések:* A szerkezeti repedések a vasbeton szerkezetekre jellemzőek. A károsodás rendkívül intenzív lokális égési folyamat, illetve a flashover utáni kifejlett égési fázisban uralkodó körülmények (magas hőmérséklet, a szerkezetek teljes átmelegedése) miatt, hirtelen visszahűtés hatására alakul ki.
- *Üvegcserepek:* A vékony, sík üveggel ellátott nyílászárók a helyiségben a tűz során keletkező magas hőmérséklet és megnövekedett nyomás hatására megrepednek, eltörnek, és üvegcserepek formájában hullnak a padlóra. Jelentőségük elsősorban a tűzre nem jellemző égésnyomoknál van. A többlet nyomás miatt az üvegek jellemzően a külső tér irányába hullnak. Azonban a belső térbe is fellelhetők kisebb arányban. Amennyiben az üvegcserepek túlnyomó, nagyobb hányada a helyiségben található, úgy felmerül a gyanú, hogy az még a tűz keletkezése előtt tört be. Az üvegcserepek kormozott felülete is árulkodó lehet, ha füst általi szennyeződés csak a helyiségben talált üvegcserepek egyik oldalán azonosítható, akkor az ismét idegenkezűség gyanúját feltételezi.
- *A tűzre nem jellemző nyomok:* Ez a gyűjtőfogalom azon elváltozásokat, kriminalisztikai értelemben vett nyomokat foglalja magába, amelyek nem egy tüzeset, égési folyamat során keletkeznek (mechanikai károsodások a zárákon, felfeszítés nyomai a nyílászárókon, idegen lábnyomok, tárgyak, stb.). Ezek a nyomok semmiképp sem hozhatók összefüggésbe az égési folyamattal, de a tűz keletkezésével relevánsan összefüggésbe hozhatók a logikai levezetés során.

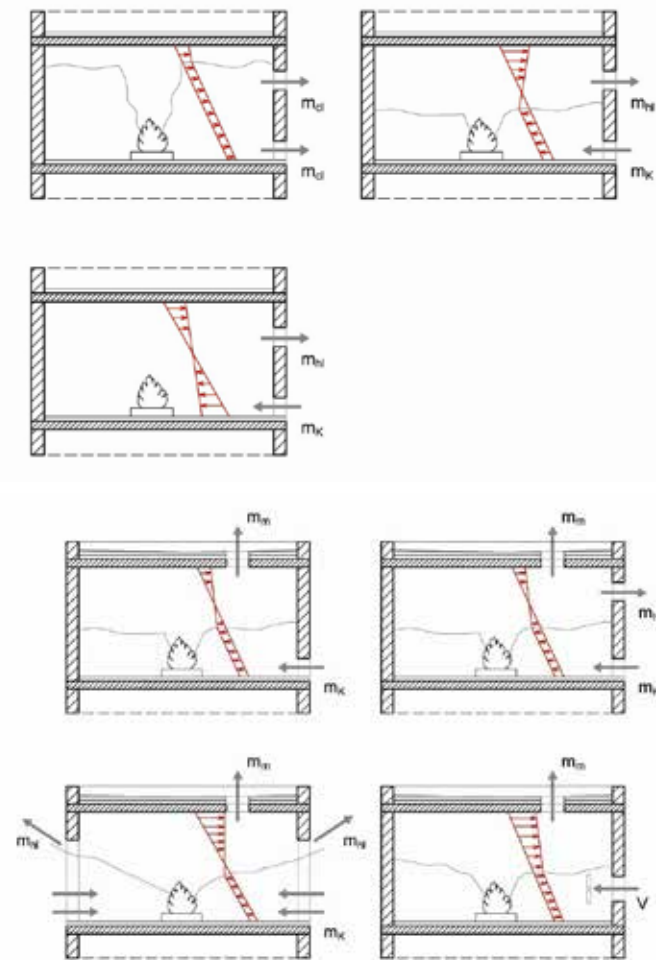
A tűzmintázatok, égésnyomok többsége jól kivehető és használható, ha az adott helyiségben, zárt térben nem következett be a flashover. A mintázatok felkutatása elsőrendű feladat, mert objektív módon utalnak és jellemeznek egy-egy égési folyamatot. Azonban a minták kivehetősége fokozatosan romlik a tűz fejlődési szakaszainak előre haladtával.

A hő és plume áramlása a különböző helyiségekben, terekben (külső, belső) uralkodó hőmérséklet és nyomáskülönbségek miatt alakul ki, és fejt ki hatását, „hagyja hátra a jellemző, árukladó nyomokat”. Az elváltozások első csoportját tehát az égéstermék térbeli mozgása alakítja.

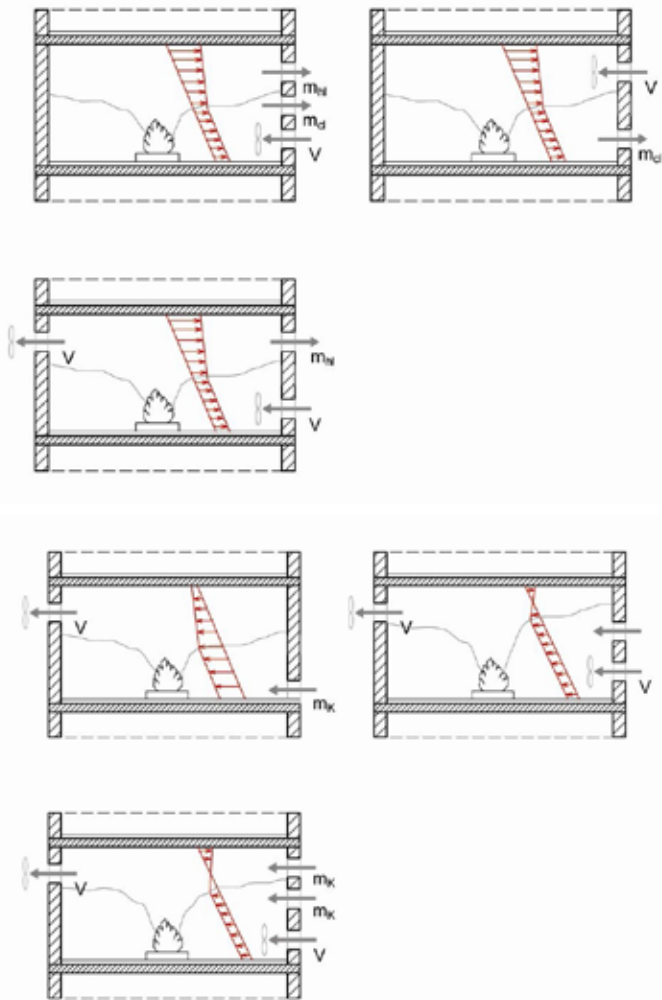
A nyomáeloszlás alapvetően függ a helyiség szellőzésétől és a tűz keletkezése óta eltelt időtől.



Zárt térben uralkodó nyomásviszonyok



Zárt térben uralkodó nyomásviszonyok



Zárt térben uralkodó nyomásviszonyok

A tökéletes égés reakciója során például a hidrogén vízzé, a szén széndioxidáá ég el. Ez a folyamat csak ideális körülmények között jön létre, amely a mindennapi természetes emberi környezetben nem valósul meg. A tökéletlen égés során keletkező szilárd, folyékony és gáznemű égéstermékek (pl.: széndioxid, szénmonoxid, vízgőz, hidrogén, nitrogén, kén, korom, oxidok, sók, különféle el nem égett anyagok, kátrány, toxikus anyagok, stb.) együttesen alkotják a füstöt.

Az égett anyagok fajtája és az égéshez rendelkezésre álló levegő függvényében a füst mennyisége és összetétele különböző lehet. Minél kevesebb az égéshez rendelkezésre álló oxigén, a füst annál több szén-monoxidot, kormot és el nem égett anyagot tartalmaz.

A tüzek kezdeti szakaszában a füstképződés sebessége általában lassú, míg a későbbi szakaszokban egyre növekszik. A széntartalmú éghető anyagok égésekor korom keletkezik, amely a helyiség határoló szerkezetein lerakódik. A lerakódás fekete színű, és könnyen letörölhető a sima felületekről.



Lakásból történő füstáramlás

A füst a hidegebb felületeken (falakon, ablakon, csempén) rakódik le, barnás színű, amely további hőhatásra feketévé válik. A füstlerakódás ragadós, gyantás, nehezen, vagy egyáltalán nem távolítható el a felületről.

Hosszan tartó égési folyamat, magas hőmérséklet, közvetlen lánghatás eredményeként a füst és a korom réteg leég a felületekről. Ez az úgynevezett tisztára égés.

Jellemző tűzkeletkezési helvek, és okok

A tűz keletkezési okok többsége lakóépületekben jellemző helyekhez és azok funkciójához köthető, ezért összetartozó fogalompárt alkotnak. A helyiségek rendeltetései ilyen megközelítésből meghatározóak. A teljesség igénye nélkül, a legjellemzőbb eseteket összegeztem, amelyek vizsgálata szükséges valamennyi otthonjellegű létesítmény tüzesetét követően.

- o *Előszoba, előtér:* ehhez a rendeltetési egységhez párosítható a lakóépületek zömében a villanyóra. A villanyóra általában ezekben a helyiségekben a falra szerelve, vagy falba süllyesztve, vagy a helyiség előtti bejárati részen, kültéren a falszerkezetbe süllyesztett szekrénybe kerül elhelyezésre. Az elektromos energia potenciális tűzkeletkezési ok, amely sok esetben alakul ki a villanyóra szekrényben, vagy annak közvetlen közelében, ezért annak vizsgálata minden tüzeseti helyszíni szemle során elengedhetetlen.
- o *Konyha:* tűzveszély szempontjából, az ott található berendezések, eszközök és azok használata tekintetében a lakóépületek konyhája az egyik legkockázatosabb helyszín. Potenciális gyújtóforrásként játszhat szerepet az ott működő legtöbb berendezés. Az elektromos konyhai berendezések közül elsősorban az állandó jelleggel áram alatt lévő (mikrohullámú sütő, elektromos sütő, elektromos főzőlap, kávéfőző, elszívó, stb.), és a folyamatosan üzemelő berendezések (jellemzően hűtőszekrény, fagyasztószekrény/láda) a legveszélyesebbek. A másik hasonlóan potenciális gyújtóforrás a vezetékes földgáz és/vagy a palackos PB gáz üzemű fogyasztók (tűzhely, sütő). A robbanások (deflagráció, detonáció)

jellemzően ezek meghibásodásából, vagy szándékos rongálásából adódnak, és a hibahely az esetek legnagyobb részében a konyhára vezethető, ott keresendő. Az utolsó potenciális tűzveszélyt a konyhában folytatott nyílt lánggal, vagy egyéb hevítéssel járó tevékenység jelenti (pl.: olaj túlhevítése, túlhevült olaj vízzel történő oltása, stb.). A sugárzó hő, vagy nyílt láng elsősorban a konyhában elhelyezett textiliákat (függöny, terítő, konyharuha, stb.) gyújtja meg elsőként, majd terjed át az éghető komponenseket tartalmazó bútorokra.



Konyhatűz

- *Nappali*: Potenciális gyújtóforrásként szerepelnek itt is az elektromos hálózatra csatlakoztatott berendezések (televízió, számítógép, HI-FI berendezés, stb.). Másik veszélyforrás lehet a kandalló, és a tűz begyújtásának tevékenysége, valamint a konvektorokból kiinduló tüzek. A szobákban keletkező tüzek jellemzően az ott folytatott tevékenység következtében alakulnak ki (pl.: karácsonyfán nyílt láng használata, polcon elhelyezett gyertya, dohányzás, stb.). A tevékenység rendkívül változatos lehet, csak az emberi képzelőerő szabhat határt neki. A szobatüzek a helyiségben elhelyezett

nagymennyiségű éghető anyagú komponenset tartalmazó berendezés, tárgy, bútor, és éghető anyagú burkolat miatt gyorsan kifejlődnek. Az elsődleges, vízszintes tűzterjedés a bútorokon, szőnyegen, drapériákon és burkolatokon gyors ütemben és könnyedén megvalósul. A rendelkezésre álló nagymennyiségű éghető anyag miatt sok égéstermék szabadul fel és a zárttéri hőmérséklet gyorsan emelkedik, ezek következtében a flashover jelenség jellemzően 5-10 percen belül kialakul, majd a szoba teljes terjedelmében lángokban áll. Ezt követően, a nyílászárók átégése, az üvegezés kitörése után az otthon jellegű létesítmény további helyiségeire gyorsan tovább terjedhet a tűz, veszélyeztetve az egész épületet, családi házat, szomszédos lakásokat.



Átlagos helyiség égésmaradványai

- *Egyéb szobák (hálószoba, gyerekszoba, stb.)*: Gyakorlatilag teljes egészében az itt folytatott tevékenység befolyásolja a tűz keletkezését. Potenciális gyújtóforrás lehet valamennyi folyamatosan az elektromos hálózatra csatlakoztatott berendezés (televízió, számítógép, rádió, stb.). Jellemző tüzet okozó tevékenység a szobában gyertya, füstölő gyújtása, az ágyban történő dohányzás. Ezek a gyújtóforrások egy tüzeset során általában megsemmisülnek, elegendőnek, ezért magát a tárgyi bizonyítékot nem lehet objektíven azonosítani. Azonban a talált tűzmintázatokból, a tüzterjedésből, és más potenciális gyújtóforrások kizárása mellett bizonyítható a jellemző a szobákban jellemző tűzkeletkezési ok. Ennél a pontnál jegyezném meg az egyik nagyon is jellemző tűzkeletkezési okot, a gyermeki tevékenységet. Ennél a keletkezési oknál a gyújtóforrás jellemzően a nyílt láng valamilyen formája (az esetek többségében a gyufával, öngyújtóval történő játék). A másik, tulajdonképpen helyiség típustól, funkciótól független, mégis jellemzően a szobákhoz (nappali, gyerekszoba, hálószoba, stb.) köthető tűzkeletkezési ok a szándékos tűzokozás. Ezen belül többnyire két eltérő típust különböztethetünk meg:
 1. Az éghető komponenseket tartalmazó berendezési tárgyak valamilyen nagy aktiválási energiával, jellemzően nyílt lánggal történő iniciálása.
 2. Az éghető berendezési tárgyakra juttatott égésgyorsító anyag (jellemzően éghető folyadék) meggyújtása.

A szándékos tűzokozásra jellemző, hogy több, egymástól független – tüzterjedéssel össze nem köthető, különböző helyiségben található – tűzkeletkezési hely azonosítható. A lokális tüzek nagyjából egy időben (folytonosan egymást követően) keletkeznek.



Ágy égett maradványa

o *Pince, padlás, tároló*: A pince egy vagy több helyisége zömmel valamilyen tárolási funkciót tölt be, ezért fokozottan nagy mennyiségű éghető anyaggal kell számolni. Természetesen ugyanez vonatkozik a földszinti, emeleti és a padlástéri tároló helyiségekre is. A tároló funkciót kiszolgáló helyiség kerülhet az épületbe integrálva, valamint külön, az udvarban elhelyezett tároló építményként. Gyújtóforrásként ezeken a helyeken számos iniciálásra képes eszköz szolgálhat, azonban egy-két speciális, jellemző példát felsorolnék:

1. **elektromos energia gyűjtőhatása**: ezekben a helyiségekben többnyire nagymértékű anyagtárolás folyik, ezért alapvetően emberi tevékenységet nem folytatnak bennük, azonban a villamos hálózatra csatlakoztatott berendezés, világítás, stb. meghibásodása okozhat tüzet. A padláson bevezetett utcai villanyhálózatról bevezetett elektromos vezetékek hibája, károsodása, a vezetékek meghibásodása, a szigetelésük mechanikai sérülése, stb. könnyedén iniciáló hatást fejthet ki a padláson tárolt éghető anyagokra, valamint a fa tetőszerkezetre.
2. Itt szeretném megemlíteni a padlástérrel kapcsolatos jellemző tűzkeletkezési okokat. A **kémény építési hibája** jellemzően a padlástérben okoz tüzet. A hiba több formában is jelentkezhet: felforrósodott, védelem nélkül kialakított fém égéstermék elvezető cső és éghető komponenseket tartalmazó épületszerkezeti elem kontaktusa; a bélelés nélküli kémény kivitelezési hibája miatti szikra kijutása, a falazott kéményen átvezetett fa tetőszerkezeti elem (nem szabályos kivitelezés), stb. A kémények felső tisztítónyílása a padlástérben található, ahol a nem teljesen felület folytonos záródás miatt szikra pattanhat ki a padlástérbe. A padláson jellemzően nagymennyiségű éghető anyagot tárolnak, amelyek könnyedén lángra kapnak, és amelyeken gyorsan megvalósul a vízszintes tüzterjedés, majd a növekvő tűz meggyújtja a fa tetőszerkezetet.



Kéménytűz



Építési hiba miatt keletkezett tűz



Padláson a kémény következtében keletkezett tűz



Építési hiba következtében keletkezett tűz

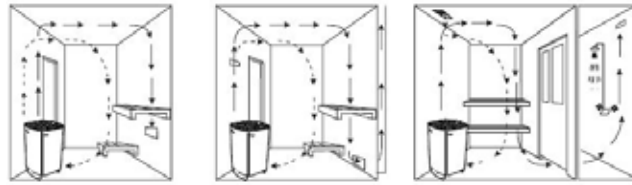


Építési hiba következtében keletkezett tűz

3. A teljesség igénye nélkül egy harmadik jellemző keletkezési ok tárolással kapcsolatban a **gondatlan dohányzás**. A még izzó cigaretta véget eloltás nélkül a padlóra vető, ejtő személyek gondatlansága miatt a sok esetben rendezetlenül tárolt éghető anyagok meggyulladhatnak, és a nagy mennyiség miatt a tűz fejlődése gyors ütemű lesz.

Sok esetben a pincszinti tároló helyiségeknek nincs a szabaddal közvetlen kapcsolatuk, nem rendelkeznek külső térrel összekapcsolt nyílászáróval. Egy fejlődő égési folyamat során így a rendelkezésre álló oxigénmennyiség korlátozott, ami miatt egy lassú, oxigénhiányos égési reakció alakul ki. Ennek következtében többnyire nagy koromlerakódással, és kis lángokkal járó égési folyamat zajlik le.

- *Szauna*: A lakóépületekben, az utóbbi időben elterjedt relaxációs eszköz a szauna. Többnyire vizes helyiségcsoporthoz csatlakozik a funkció, de elhelyezkedhet egyéb módon is. A szaunák közül elsősorban a hagyományos finn szauna jelent komolyabb tűzveszélyt a lakóépületre nézve. A szaunában uralkodó magas (kb. 100 °C körüli) hőmérséklet és magas páratartalom nagyfokú igénybevételnek teszi ki az ott elhelyezett tárgyakat. A jellemzően villamos energiával működő kályha betápláló vezetékének egy része a szauna térben az említett igénybevételnek kitéve. A közvetlenül a fal mellé állított kályha és a fal között néhány centiméteres résben sok esetben helytelenül feltekert állapotban található a betápláló vezeték egy szakasza. Ez a helytelen megoldás hibahelyet generál, és a túlmelegedett elektromos vezeték (feltekerésből indukálódó belső túlmelegedés, amit fokoz a környezeti nagyfokú igénybevétel) tüzet okozhat. A másik jellemző tűzkeletkezési ok a felhevült, több száz °C hőmérsékletű szaunakő, lávakő. A helytelen elhelyezés következtében, vagy a minimális biztonsági méretek figyelmen kívül hagyása esetén a sugárzó hő, vagy a fáburokkal kontaktusba lépő forró kő iniciálhatja a kiszáradt fáburokat. A szauna-tüzek esetén a szauna fa burkolatai, fa berendezési tárgyai nagymértékben megsemmisülnek, a kicsapó lángok pedig könnyedén meggyújthatják a vizes helyiségben tárolt textíliákat, éghető komponenseket tartalmazó berendezési tárgyakat, így a reális veszélyt jelentve a tűz továbbterjedésére.



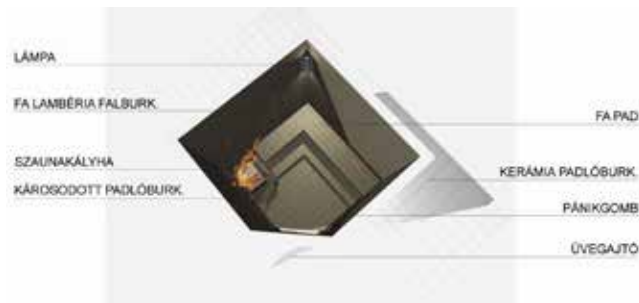
Szaunában kialakuló áramlás



Szauna berendezése, eszközei



Kiegészített szaunában talált elektromos vezetékek



Rekonstruált szauna

- **Kazánház, fűtőhelyiség:** A tüzelőberendezések meghibásodása, vagy maga a fűtési tevékenység is potenciális tűzkeletkezéshez vezet, gyújtóforrásként szolgálhat. A gázüzemű berendezések következtében jellemzően deflagráció, detonáció hatására fejlődik ki tüzeset, amely többnyire az épületszerkezetek mechanikai károsodásával is jár. Jellemzően potenciális tűzveszélyt a nyílt égésterű fali gázkazánok jelentenek. A vegyes tüzelésű fűtőberendezések, kazánok esetében elsősorban a tüztérből kipattanó, kijutó szikra, parázs gyújtóhatása felel a tűz keletkezéséért, amely elsősorban a vegyes tüzeléshez szükséges fűtőanyagot gyűjtja meg. Jelentősen befolyásolja azonban a tűz kialakulását és fejlődését a

kazánházakban tárolt egyéb éghető anyag (itt a nem rendeltetésszerűen tárolt anyagokat kell érteni) jelenléte.



Kazánhelyiségben keletkezett tüzeset

A kazánházaknál kell megemlíteni a szén fűtőanyag rakásban, halmokban tárolásának veszélyeit, és az abból keletkező tűz kialakulását. A kőszén öngyulladására a hőmérséklet függ a halom méretétől, a nedvesség tartalmától és aprítottságától (az önálló szénzemek méretétől). A melegedés a kupac belsejében alakul ki, az padlótól kb. 0,5-1 méter magasságban. 60 °C hőmérséklet felett (a szénkupac belsejében) lassú az önmelegedés, de 60 °C hőmérséklet felett fokozatosan gyorsul a hőtermelődé. A szén felületén az O₂ adszorbeálódik, amely exoterm folyamat, tehát hőt termel. Az O₂ a C-H csoportokkal reakcióba lép. Az öngyulladások bizonyítása egy helyiség teljes lángba borulását követő szakasz oltása után rendkívül nehéz feladat, azonban a flashover kialakulása előtt eloltott tűz vizsgálata esetén lehetséges az objektív bizonyítékok feltárása, azonban nagyon nehéz, mert kupac oltása során a helyszín megváltoztatása rendkívül nagyfokú. Az öngyulladás minden esetben csak akkor jön, ha adott rendszerben a hőtermelés nagyobb, mint a hőveszteség.

- **Hulladékgyűjtők tárolására szolgáló helyiség+ függőleges személtledobó:** Hulladéktároló helyiségekben is számolni kell a kommunális hulladék esetleges öngyulladásával. A hulladék tartalma összeállhat a hulladékgyűjtő edényben olyan módon, hogy exergónikus folyamat alakuljon ki a létrejött kupac belsejében. Ennek hatására elszaporodnak a mikroorganizmusok, majd 60-70 °C hőmérsékleten már csak a termofil baktériumok élnek, amelyek folytatják a hőtermelést. 70-100 °C-on a baktériumok elpusztulnak, a nedvesség elpárolog és rendszerben kiszáradt éghető anyagok maradnak. A hőtermelődé folytatódik, kémiai reakció indul, oxidáció történik a felületi szénatomok között, és a pirolízis hatására tűz keletkezik. Ez a folyamat zajlik le a halomban tárolt szálás növények, továbbá a szénkupacok esetében is, lásd később.

A hulladék közé juttatott vegyi anyagok is reakcióba léphetnek egymással, azáltal, hogy egy hulladékgyűjtő edényben keverednek, és kontaktusba kerülnek.

Többszintes, többalakos lakóépületek esetében alakítanak ki épített személtledobó aknát, amely a földszinten, pincében elhelyezett hulladéktároló helyiségbe vezet. A

szemétdobóba juttatott izzó, égő anyag (jellemzően cigaretta) gyújtóforrásként viselkedik és meggyújtja a tárolt éghető komponenseket tartalmazó anyagokat. A szemétdobó nélküli lakóépületekben is lejátszódhat ez a folyamat közvetlen a hulladéktároló helyiségben.

- *Gépjármű tároló:* alapvetően a személygépjárművek tárolására szolgál, azonban jellemzően egyéb anyagokat, eszközöket, szerszámokat is tárolnak ezekben a helyiségekben. Ezen kívül sok esetben kis műhelyként is szolgálnak a gépjárműtárolók, házi barkácsolás céljára. Ezek alapján kétféle tüzeletkezést kell elkülönítenünk ebben a rendeltetési egységben.



Gépjármű tárolóban keletkezett tűz

1. A gépjárműben keletkező valamilyen tüzet, amely meggyújtja a gépjárműtárolóban tárolt egyéb anyagokat, valamint a helyiség beépített éghető anyagait.
2. Az egyéb tevékenységből keletkező tüzekeket, amelyek hatására ég ki a tárolt gépjármű is. A tevékenység sok esetben lehet tűzveszélyes, amely következtében alakul ki tüzeset, de sok esetben az elektromos hálózatra csatlakoztatva hagyott (felejtett) gépek is túlmelegedhetnek és iniciálhatják a tárolt éghető anyagokat.

A gépjárműtárolókban a normál berendezési tárgyakon (bútorok, asztal, munkapad, stb.) és az általában tárolt anyagokon kívül találkozunk olajos, benzinnel átitatott, valamilyen kenőanyaggal szennyezett textil darabokkal, kis mennyiségben üzemanyagokkal (benzin, gázolaj) motorolajjal, festékekkel, stb. Ezek az égésgyorsító anyagok nagyban hozzájárulnak a zárttéri tűz gyors kifejlődéséhez.



Gépjármű tárolóban keletkezett tűz

A gépjárműtárolók egyik jellegzetes egysége a szerelő akna. Ez többnyire régebben épült garázsokra jellemző, de ma is akad elvétve egy-egy új építése. Ezekben egy az esetek nagy részében halálos balesettel járó tüzeset keletkeztethet. A gépjárművek szerelése során, vagy az üzemanyag lefejtése következtében az aknában benzingőz koncentráció alakulhat ki. A benzingőz szikra, lámpatest, stb. gyújtóhatására belobban, és tűz keletkezik.

- *Udvari, fedett-nyitott építményben szálastermény kupac tárolása:* A családi házak udvarán, elsősorban mezőgazdasági tevékenységet folytató családok esetében előfordulhat egy, vagy több terménykupac elhelyezése a lakóépület közvetlen közelében, de szabadtéren. A korábban taglalt módon, amennyiben az anyag nedvességtartalma eléri a 15-20 %-ot öngyulladás jöhet létre a tárolt termény halomban, amely következtében az teljes egészében lángra lobbant. A nem megfelelően tartott távolság esetén a tűz átterjedhet a melléképületekre és/vagy a főépületre is.



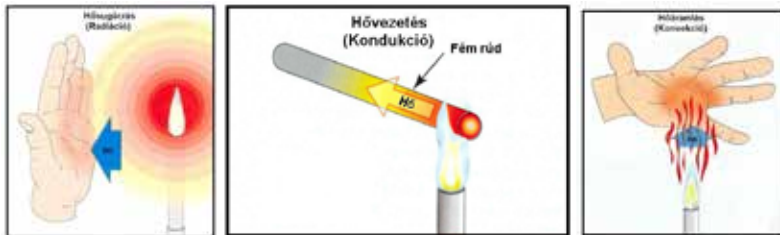
A magastetős szerkezetekkel, lapostetőkkel kapcsolatos jellegzetes tűzkeletkezés a csapadékvíz elleni bitumenes lemez szigetelések kivitelezése során, a lángolvasztásos folyamat nem megfelelő alkalmazása miatti tűzkeletkezés. A tűz keletkezését elősegíti az alkalmazott lánghevítéses technológiai folyamat be nem tartása. A bitumenes lemez gyulladáspontja és a hőtermelő készülék által létrehozott hőmérséklet között közel 300 °C-os a különbség, tehát rendelkezésre áll a kellő aktiválási energia az iniciáláshoz. A fa izzása jellemzően hosszú időn keresztül tart a kevés oxigén jelenléte miatt, azonban az egyre növekvő hő következtében, órák elteltével a lappangó szakaszból kifejlődik az intenzív, lánggal való égés, amelyhez a szerkezet felületfolytonosságának megszűnését követően rendelkezésre áll a levegő oxigénje. A gyulladási hőmérséklet elérése után az égés önfenntartóvá válik. Az éghető anyagú, fa tetőszerkezet révén rendelkezésre áll tűz terjedéséhez szükséges éghető anyag mennyiség.



Tűzterjedés

A tűz terjedése hőtranszportok (hőátadás) útján valósul meg:

1. hősugárzás (radiáció): elektromágneses sugárzás, amely akadálytalanul terjedhet közvetítő közeg nélkül.
2. hővezetés (kondukción): szilárd testekre, tárgyakra, elsősorban fém anyagú épületszerkezetekre, berendezéseknél fordul elő.
3. hőáramlás (konvekció): fluidum (gázok, folyadék) áramlása, az égési folyamat során keletkező és áramló fluidum rendelkezik az éghető anyagok gyújtásához elegendő aktiválási energiával.



Hőtranszportok

A tűz terjedése alapvetően térbeli folyamat, de két meghatározó jellemző irányt megkülönböztetünk:

I. A vízszintes tűzterjedést a zárttérben elhelyezkedő bútorok, drapériák, szőnyegek, stb. határozzák meg, vagyis a helyiség berendezése. A terjedés sebessége függ az éghető anyag mennyiségétől. A

tűz a legkönnyebben és leggyorsabban a textíliákon terjed, kiemelten a függönyökön, bútorkárpiton, ruhaneműkön, terítőkön, ágyneműn. A tűz vízszintes terjedését, bizonyos időintervallumon belül nagymértékben akadályozzák a helyiség falai, földeme, nyílászárói. A flashover-t követő szakaszban azonban a normál tűzállósági határértékkel rendelkező nyílászárók (nem tűzgátló ajtók) megsemmisülnek, nem gátolják tovább a tűz terjedését. Egy lakásban, házban nagymértékben kiterjedt tűz esetén meg kell vizsgálni, hogy a tűz terjedése a nyitott nyílászárók, esetleg más terjedést gyorsító esemény, tárgyak okozták-e. Többlakásos lakóépületek esetében a lakás bejárati ajtajának nyitott-zárt állapota jelentősen befolyásolja a lépcsőházat érintő hatások alakulását. Mind a tűz, mind a füst terjedésében óriási szerepet játszik.

A vízszintes tűzterjedés mértékét és irányát tehát meghatározzák a falszerkezetek, vagyis a passzív tűzterjedési gátak. A tűz egy adott origótól, éghető anyag jelenléte mellett minden irányban terjed, tehát egy koncentrikusan növekvő kört ír le. Közvetlen a fal mellett elhelyezkedő keletkezési helyről a tűz felfő, míg sarokban elhelyezkedő keletkezési hely esetében negyed körivet ír le a terjedés. Hosszúak a helyiségekben, miután a tűz eléri az oldalfalakat egy és/vagy két irányban, egyenes vonalú terjedés jön létre.

A falszerkezetek nagyrészt homogén egybefüggő, passzív tűzterjedési gátat képeznek, azonban a felületük rengeteg esetben áttört (gépészeti, elektromos, egyéb vezetékek által), amelyek tűzállósági határértéke sok esetben rosszabb a falszerkezetnél, ezért a tűz ezeken a kritikus, leggyengébb pontokon keresztül terjedhet át. A mai, korszerű építészeti megoldások előszeretettel használják az álmennyezetek, álpadlók adta előnyöket. Ezeket a területeken vezetik el rejtett módon az egyre nagyobb mennyiségben beépített gépészeti, elektromos, egyéb vezetékeket. Azonban sok esetben a különböző helyiségek feletti álmennyezet egybefüggő teret alkot, így a tűz, és az égéstermékek fluiduma akadály nélkül terjedhet egy lakás teljes területére.



A lakások, családi házak szinte valamennyi esetben egy tűzszakaszt alkotnak, így a fent említett elválasztásokra nem vonatkoznak tűzvédelmi követelmények. Különleges, ritka tűzterjedési mód lehet, a fém vezetékekkel, csövekkel összekötött két helyiség, ahol az egyikben található egy hőforrás (gyújtóforrás), amely felhevíti a szobákon átmenő csővezetékét, ezáltal az, hővezetés útján iniciálja a szomszédos helyiségben azzal kontaktusban lévő éghető komponenseket tartalmazó anyagokat. Egy másik jellegzetes tűzterjedési forma a forró égéstermék fluidum áramlásából adódik. A tűz keletkezési helyén és annak környezetében terjed, miközben forró gázoszlop áramlik ki belőle, szétterülve a mennyezet alatt. A szétáramló forró fluidum gyújtóhatása képes a felső polcokon tárolt jellemzően papírok meggyújtására. Ezt jellemzően egy függőleges, a hőáramlás irányával ellentétes, az éghető anyagok fogyása és az égve csepegés következtében kialakuló függőlegesen a padló irányába (lefelé) történő terjedés követi.

A tűz terjedését tehát vízszintes értelemben elsősorban a helyiségekben található berendezések, és a helyiségek éghető anyagú burkolatai, valamint a nyílászárók nyitott-csukott állapota határozza meg. A tűz a flashover szakaszáig jellemzően ilyen formában terjed tovább. A külső tűzterjedés több formában jelenhet meg:

- Épületből – épületbe szabad téren át (szomszédos épületek között)
- Szabadtérről az épületbe.
- Épületből a szabadtérre
- Egy épület egyik tűzszakaszából a másikba (pl.: lapostetőn keresztül, magastetőszerkezeti elemeken).

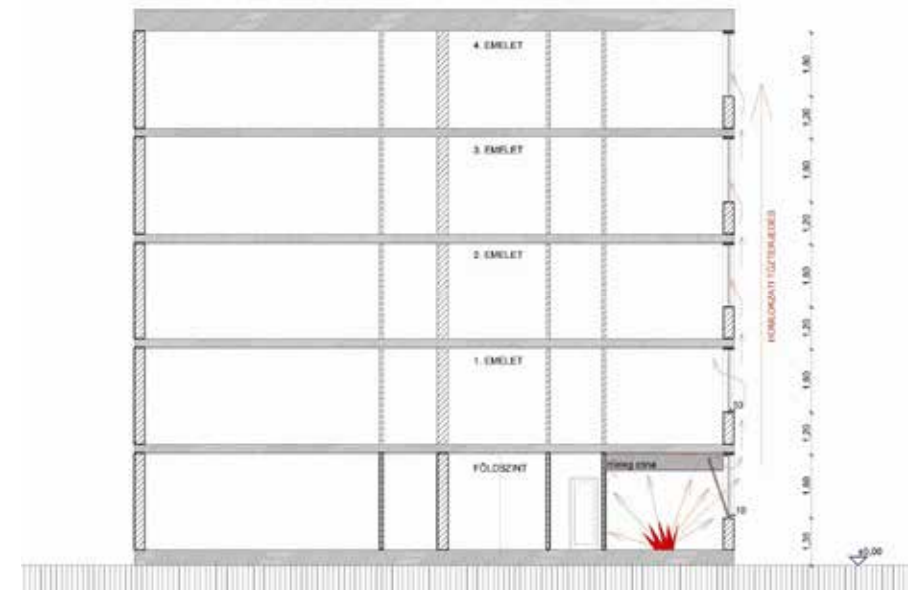


II. A függőleges tűzterjedés jellemzően a flashover fázisát követően valósul meg. A flashover szakaszában a nyílászárókon kilépnek a lángok, ezáltal külső téren létrejöhethet az ún. függőleges homlokzati tűzterjedés. A tűz terjedése a termodinamika alaptételének megfelelően függőlegesen felfelé a legvesélyesebb. A lángterjedés sebessége függőlegesen felfelé a leggyorsabb, ezért személyek veszélyeztetése szempontjából kritikus ez a típusú terjedés. A homlokzati tűzterjedés egyik formája az éghető komponenseket tartalmazó, és jellemzően nem megfelelően kivitelezett homlokzatburkolatokon, hőszigeteléseken történő terjedés.



Azonban nem feltétlenül szükséges az éghető komponenseket tartalmazó anyagok, épületszerkezeti elemek, burkolatok jelenléte. Egy megfelelően nagy tűzterhelés esetén (pl.: egy lakás felújítása során az egyik szobában összehordott ruhaneműk, bútorok jelenléte miatt) a tűz a homlokzati sík mentén kialakult áramlási viszonyok következtében függőlegesen felfelé áttérjedhet akár több szintre is a nyílászárókon keresztül. Egy nyári napon, a nyílászárók nyitott, vagy bukóra állított

helyzete miatt a függönyök könnyedén meggyulladhatnak egy ilyen eset során, ahonnan a tűz gyorsan terjedhet tovább a szoba teljes egészére.





A homlokzati tűzterjedés egy speciális esete állhat fenn az átszellőztetett homlokzatok kialakítása során. Ez a típusú tűzterjedés kialakulhat:

- egy másik épületről a homlokzatburkolat felületfolytonosságának megszűnését követő tűzterjedés, vagy
- egy a belső térből a nyílászárón kitörő láng gyújtóhatása következtében létrejövő tűzterjedés során.

A homlokzatburkolat mögötti átszellőztetett légrétegben kürtőhatás alakul ki, amely elősegíti a gyors függőleges lángterjedést. A tűz az éghető anyagú hőszigetelő anyagokon és egyéb éghető komponenseket tartalmazó épületszerkezeti elemeken terjed.

A tűz gyors terjedése akár rejtett módon, a nem éghető anyagú (pl.: kő, vagy téglá) homlokzatburkolat mögött megtörténhet, és egyik szintről a másikra megvalósulhat. A belső térben a szintek közti tűzterjedésre utaló nyomok, elváltozások meglétének hiánya félrevezető lehet, több tűzfészket feltételezhet a tűzvizsgáló, tévesen. Mindenképpen többszintes épületek esetében, függőleges, szintek közti tűzterjedés megtörténte esetén vizsgálni kell a légréteg meglétének tényét, és az abban történő függőleges tűzterjedés megvalósulásának lehetőségét.



Homlokzati tűzterjedés



Tűz terjedése a homlokzaton

A függőleges tűzterjedés egy másik speciális módja a beltéri tűzterjedések csoportjába sorolható. Ez a tűzterjedési forma a többszintes, többalakú, elsősorban az iparosított technológiával készített épületekre jellemző, azoknál jelent tényleges veszélyt. Ebben az esetben a tűz többnyire a konyhában, a tűzhely környezetében keletkezik, majd a lángok gyújtóhatása az elszívó berendezésen keresztül meggyújtja a szinteken átmenő és azokat összekötő, tűszakaszolás nélküli függőleges szellőzőaknában lerakódott zsíros, olajos szennyeződést. Az éghető anyagú komponenseket tartalmazó szennyeződés felfelé történő irányban, a légáramlatok miatt gyorsan terjed a tűz, amely a tűzállósági határérték nélküli, éghető anyagú burkolaton keresztül bejut a felsőbb lakásokba.

A magastetős lakóépületekben keletkezett tüzek nagy része vagy a padlástéren, beépített tetőtérben keletkezik, vagy valamilyen módon áttér rá, teljes terjedelmében károsítva azt. Épületszerkezeti szempontból, a szerkezetek anyag miatt a legkritikusabb épüleategység a fa szerkezetű magastető, ezért az azzal összefüggésbe hozható tűzterjedéseket szükséges elemezni.

Tetőszerkezetek tüzei két módon alakulhatnak ki: a tetőszerkezetben, tetőtérben keletkező tűz terjedését a teljes tetőn, vagy egy alsóbb szinten keletkezett tűz terjed fel a tetőszerkezetbe. A tűz terjedését mindkét esetben legnagyobb mértékben a szerkezet kialakítása befolyásolja. A tetőszerkezetek összetett, rétegelt felépítésű heterogén szerkezetek. Rendelkeznek éghető és nem éghető anyagú héjalással, tetőfedéssel, különböző tartószerkezeti-, kitöltő elemekkel. A tűz terjedését a fedélszerkezet különböző éghetőségű és szerkezeti kialakítású összetétele befolyásolja.

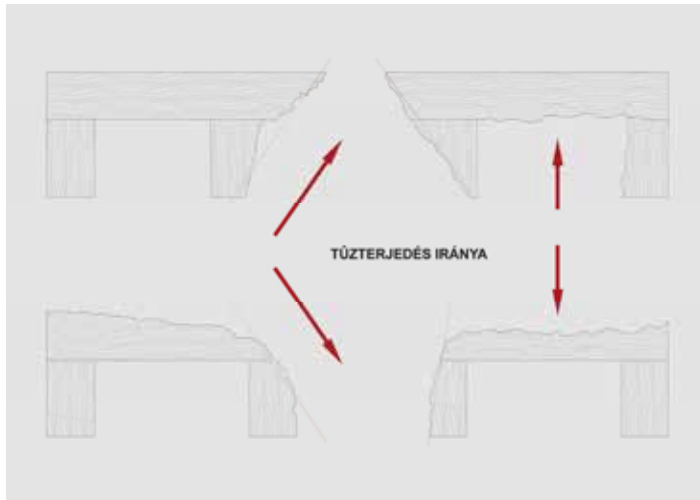
Fa tetőszerkezetben történő tűzterjedés

Elsősorban nagyszámú jelenléte és éghető anyaga miatt a tűz a fa tetőszerkezetekben terjed. Itt elegendő éghető anyag nagy felületen van jelen a tűz terjedéséhez. A faanyagokon a tűz terjedése általában jól nyomon követhető. A keletkezett beégések, elszenesedések, anyaghiányos égések nyomaiból lehet következtetni a terjedés irányára, amely visszavezethető a keletkezési helyre.



Az égésnyomok általában felülről vagy alulról sugárzó hő, közvetlen láng vagy helyi parázslás hatására alakulhatnak ki. Amíg egy bizonyos anyagon a lefelé irányban történt beégés csekély mértékű, addig a felfelé ható termodinamikai erők jelentős mélységű beégést okozhatnak. Az elhúzó tüzeknél leszakadt mennyezetek, lehulló anyagok alatt a tovább folytatódó lángolás vagy parázslás szintén beégést eredményezhet, amely elviheti a terjedés irányának megállapítását rossz irányba.

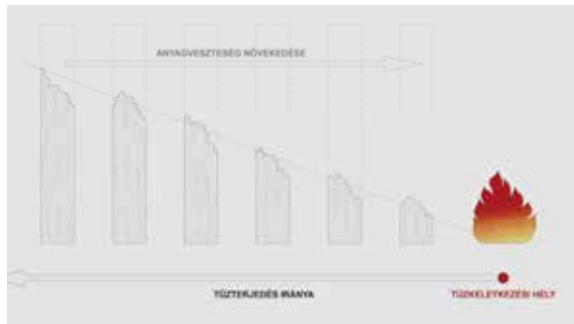
Annak eldöntésére, hogy a tűz felülről-lefelé vagy alulról-felfelé terjed-e, meg kell vizsgálni a felülettel elválasztott két rész károsodását. Ha a tűz felfelé terjedt, akkor a vízszintes, ferde felület alsó része erősebben károsodik, és fordítva. Elhúzó tüzek esetében mind a lefelé, mind a felfelé irányuló terjedés bekövetkezhet. Ez a módszer segítséget nyújt annak megállapításában, hogy a tűz a tetőszerkezetben, vagy a tetőtér beépítésben keletkezett.



Tűzterjedés iránya 1. (forrás: A tűzvizsgálat alapjai)

Függőleges, ferde felületeken:

A fa vagy más éghető anyagok égésük során a tömegüket is elvesztik. A megmaradó anyagrézsz formájából és mennyiségéből általában a tűz keletkezési helye visszakövethető:



Tűzterjedés iránya 2 (forrás: A tűzvizsgálat alapjai)

A tűz terjedés irányát nagymértékben befolyásolja a tüzeset idején uralkodó szélirány. Az erős szél nagymértékben eltérő terjedést produkálhat a szélcsend idején terjedő tűzhöz képest. Ezért javasolt minden esetben, főként szélsőséges időjárási viszonyok során lezajló tüzesetek vizsgálatához, elemezni az esemény során uralkodó szélirányt és szélereősséget.

A várttól ugyancsak eltérő terjedést mutathat a szándékos tűzokozás során, az égésgyorsító anyag jelenlétében keletkezett tűz. A növekvő szakasz rövidebbé válik, a keletkezési helyen intenzívebb az égés, akár több, tűzterjedési nyomokkal össze nem kötött egymástól független keletkezési hely azonosítható, stb.

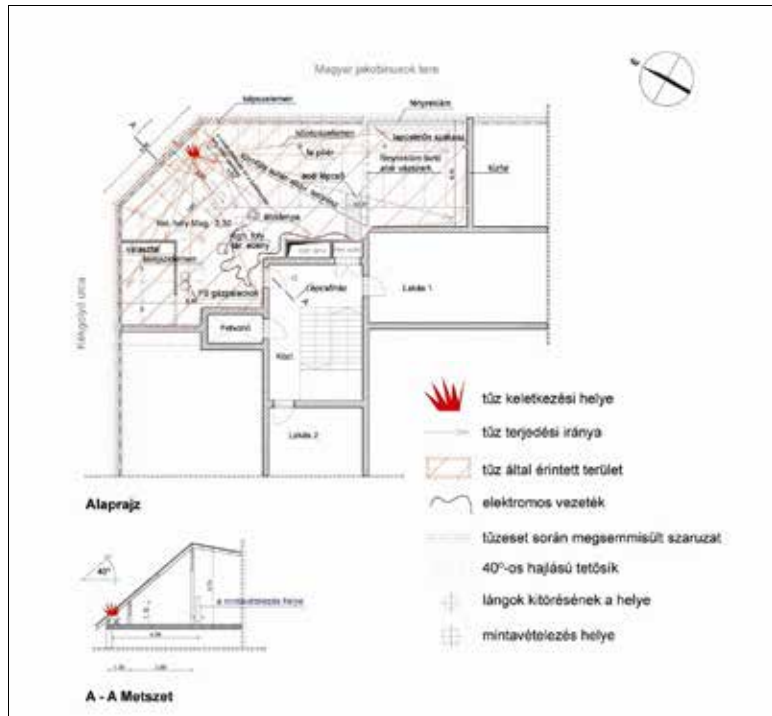


Tűzterjedés szélben



-  Tűzeset során megsemmisült tetőszakasz
-  Tűz továbbterjedése után keletkezett károsodások
-  Tűzoltóság által eltávolított tetőszakasz
-  égés intenzitásának csökkenési iránya

Az égett tetőszerkezet károsodásainak mértékéből megállapított tűzterjedés



Tetősíki tűzterjedés

A tetőszerkezet síkjában keletkező tüzek esetén (pl.: lángolvasztásos technológiával készült bitumenes lemez csapadékvíz elleni szigetelés, bitumenes zsindeley fedés hevítése során keletkező tűz, stb.) a hosszú, lokális izzási folyamat után a terjedés első fázisában a tűz a tetőszerkezet anyagában mélységben fejlődik. A rejtett, lassú oxigénhiányos égés után a felületfolytonosság szakadását követően a tűz a tetőszerkezet síkjában terjed. A terjedés a síkon a keletkezési hely elhelyezkedésének függvényében lehet negyed kör, fél kör, vagy kör alakú. A gerendázatokon, szelemeneken, szarufákon a terjedés vonalmenti. A tűz a ferde felületeken felfelé gyorsabban terjed, mint lefelé és oldal irányba. Hosszantartó, a teljes tetőre kiterjedő tűz esetén a terjedés iránya lefelé, az alsóbb szintek felé irányul. Nem éghető anyagú tetőfedés esetén a lángok takarva, rejtve maradnak, csak füstszivárgás jelensége látható, míg a fedélszerkezet belső éghető anyagú szerkezetei már kiterjedten égnek. A lángok első megjelenése a tetőszerkezet áttörése után várható. A lángnyelvek kicsapásának helye általában a legrégebb óta égő részeken van, ennek közvetlen környezetére tehető a tűz keletkezési helye. Azonban ez nem minden esetben igaz, nem általánosítható. A keletkezési helyről, például a tető másodlagos héjalásaként szolgáló, éghető anyagú csapadékvíz elleni szigetelés (amely ma többnyire műanyag, vízzáró és páraáteresztő kivitelben készül) hirtelen gyors égésével elvezetheti a tüzet máshová. Itt a meggyulladó szerkezeten mélyebb beégések nyomai lesznek azonosíthatók. Ez a jelenség is utal arra, hogy csak a beégések, elszenesedések mértékéből, irányából nem lehet következtetni a tűz keletkezési helyére. A tűzvizsgálatot mindig komplex módon, kizárásos módszerrel kell végrehajtani.



A taréjszelemen irányába haladó egyre mélyebb, intenzívebb beégés nyomok

Tetőtérben, padlástérben keletkező tűz terjedése



Tetőtéri lakásban, elektromos energia gyújtóhatása miatt keletkezett tűz terjedésének képe

Ebben az esetben a tűz a tetőtér valamely általános pontjában keletkezik, a tűzterjedés egy ideig megegyezik a tipikus zárttérben történő tűzterjedéssel. A gyújtóforrás meggyújtja a közvetlen közelében található éghető anyagokat, amelyeken a tűz továbbterjed. Ilyen esetben a tűz fejlődésére a zárttéri tüzek fejlődésének folyamata érvényes. A tűz az éghető anyagú szerkezetekre általában a flashover után, a 'kifejlett' szakaszban terjed át, károsítva azokat. Az ilyen tüzesetek során egy jellemzően felfelé irányuló tűzterjedés valósul meg. A tetőtéri helyiség(ek) flashover utáni állapotát követően, a tetőszerkezet meggyulladás esetén nagy valószínűséggel várható a tetőfelület teljes lángba borulása. Az eredményes oltást mindenképp az ezt megelőző, 'növekedő' szakaszban lehet elérni.

Az anyagi javak és mindenekelőtt az emberi élet védelme céljából, az eredményes beavatkozáshoz időt kell nyerni, hogy a szerkezetek teljes lángba borulása minél inkább elhúzódjon. Ezt hatékonyan épületszerkezetekkel (hőre habosodó festés, tűzgátló burkolás, tűzvédelmi csappantyúk beépítése stb.), passzív módon, vagy beépített aktív tűzvédelmi- (hő-, füst-, lángérzékelők, stb.), tűzoltó berendezésekkel (sprinkler, vízköddelöltő berendezés, stb.) lehetséges.

Ereszmenti tűzterjedés



A villanyóra szekrényben keletkezett tűz az ereszen keresztül terjedt a tetőszerkezetre

Ez a típusú tűzterjedés egy alsóbb szinten keletkezett tűz esetén alakul ki. A tetőtér alatt elhelyezkedő szint egy nyílászáróján keresztül kicsapnak a lángok, a forró Plume felfelé áramlik, vagy homlokzati tűzterjedés megvalósulása után a láng szűrőhatása és a forró gázoszlop hőhatása következtében az éghető anyagú eresz meggyullad, majd a tűz átterjed a tetőszerkezetre. Ezután a tűzterjedés megegyezik a tetősíki tűzterjedés esetével. Ez a terjedési forma nem egyedi, és akár egy átlagosnak nyilvánítható konyha tűztől (olaj túlhevül a tűzhelyen) leéghet a teljes tetőszerkezet.

Az ereszmenti tűzterjedés megakadályozására megoldás az éghető anyagú eresz tűzvédő elburkolása, megfelelő tűztávolság betartása. Problémaként jelentkeznek az átszellőztetett tetőszerkezetek megoldásai. Ezek a csomópontok építészeti értelemben ellentmondanak a tűzvédelmi megoldásokkal. Az átszellőztetés hőtechnikai szempontból szükséges. A beszellőzés biztosítása azonban az eresznél oldható meg. Az átszellőztetett légrétegbe egy ereszmenti tűzterjedés során a tűz feljuthat, és a fedélszerkezetben tovább terjedhet. A légrétegben uralkodó állandó légáramlás segíti a gyors tűzterjedést.

A tűz terjedésének megakadályozása



Tűzterjedés megakadályozása

A tetőszerkezetek tüzeit, azok terjedését - a legtöbb tűzzel azonosan - a leghatékonyabban a 'növekedő' szakaszban lehet megszüntetni. A beavatkozás speciális körülmények között zajlik, mert magasból mentést, magasba szerelést kell végrehajtani (dugó-, kihúzó létra szerelése, oszto felhúzása /ebben az esetben a talajszinten is szükséges egy másik oszto telepítése/, emelő telepítése, stb.). A tetőtűzek lefeketítése után a teljes oltás általában a tetőszerkezet nagyfokú megbontásával, és az éghető anyagok eltávolításával végezhető el. Ez nagymértékben nehezíti a tűzvizsgáló munkáját, hiszen nehéz azonosítani, pontosan meddig pusztított a tűz, és ettől bontottak a tűzoltók. A pontos rekonstrukció érdekében minden esetben szükséges a tűzoltásvezető meghallgatása.

A beavatkozás során a vizsgálat utóhatását kihasználva a héjazatot többnyire megbontják a tűzoltók. Ennek következtében másodlagos károk alakulnak ki, amelyeket a tűzvizsgálat során minden esetben a megfelelő módon kell értékelni, nem szabad a tűz károsító hatásával közös nevezőre hozni. A koromleemosódások, amelyek alsóbb szintekre hordják a koromot, szintén lehetnek félrevezetők. Ezek a tűzoltás során, a tűz által nem érintett területeken okozhatnak másodlagos károkat.

Amennyiben a flashover bekövetkeztéig nem sikerül a tüzet megfékezni, az általában az éghető anyagok elfogyásáig és a tűzszakaszhatárig ég.

A beavatkozásokat nagymértékben nehezíti a tűzoltási, felvonulási helyek hiánya, vagy szűkös mivolta (beépítés, gépjárművek parkolása, növényzet elburjánzása, stb. miatt). További problémát jelent, hogy a tetőtérben rekedt emberek mentése a nem megfelelő tetőkialakítás és nyílásképzés miatt nehézkes, vagy mentőkösárral nem megoldható.

A tetőszintű tűzterjedés elleni gátak kialakítása az esetek nagy részében nem megfelelően megoldott. A tűzfal a tűzterhelés hatására összedől (rég, száz éves épületek macskalépcsős tűzfalaira jellemző), vagy az elválasztás nem folytonos az adott síkban, stb. Ezek következtében a tűz átterjed a szomszédos tűzszakaszba, további károkat okozva.

A tűzvizsgálói eljárást nehezíti a beavatkozó állomány nagyfokú romboló, bontó tevékenysége, amely által az eredeti helyszín nagymértékben megváltoztatásra kerül. Mindenképp szükséges a tűzoltásvezetők, szolgálatparancsnokok oktatása, továbbképzése, amely során fel kell hívni a figyelmüket a szükséges mértékű beavatkozások végrehajtására.

Tűzidőtartam, a tűz keletkezési idejének meghatározása

A tűz keletkezési idejének mérnöki módszerekkel történő meghatározásához leghatékonyabban a kiemelt időpontok elemzését szükséges számba venni.

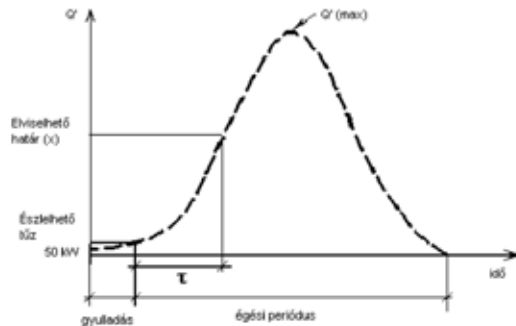
A fenti ismertetett módszerekkel gyűjtött adatok segítségével a zárt térben a tűzfejlődés különböző szakaszai jó közelítéssel meghatározhatók, amelyből egy kiszámítható a tűz keletkezésének időpontja.

A károsodások, az anyagveszteségek mértéke mind időhöz köthető, ezért abból megállapítható egy kezdeti időpont. Az anyagok éghetősége laboratóriumi vizsgálatok által lehetséges. A mérésre használt eszközöket ún. kalorimétereknek nevezzük. A tárgyak (esetünkben jellemzően bútorok, burkolatok) éghetőségi jellemzőit, esetünkben kiemelt fontosságú gyulladási időt, az égés folyamán végbe menő tömegvesztés sebességét, stb. különböző kaloriméterekkel mérhetjük:

- Cone-kaloriméter
- Bútor kaloriméter
- Szobasarak kaloriméter

A tűzterhelés függvényében meghatározható az égési folyamat időintervalluma.

Az adott tűzfejlődési szakaszhoz tartozik egy jellemző hőmérséklet, amely az elváltozásokból, károsodásokból kiolvasható. Az égett anyagok ismeretében azok égése során felszabaduló hő az idő függvényében nő, ezért a maximum hőmérséklet elemzése után az ismeretlen idő kiszámítható.



Megismert égett anyagok (bútorok, burkolatok, stb.) esetében a lángterjedés (vízszintes, függőleges) sebessége kiszámítható. A megtett út mérhető, ezáltal az idő tényező meghatározható.

A tűz keletkezési időpontjának megállapításában segítséget nyújt a személyek, szemtanúk által elmondott információ. Ez az információ viszont minden esetben, még a legkorábbi esetben (leggyorsabb reakció esetén) is a tűz észlelésének időpontját jelenti, ami nem egyezik meg a keletkezési időponttal. További segítséget jelent a beépített tűzjelző berendezés által rögzített adatok, időpontok elemzése.

Ez azonban szintén csak egy korai észlelést jelent, de nagyon jól megközelíti a keletkezés időpontját. További információt nyújthat a tűzjelző adatbázisában rögzített időpontok elemzése, amelyből a tűzterjedés sebessége leszűrhető, a térben folyamatos — érzékelők által történő — adatközlés révén. Tehát, ha rendelkezésre áll tűzjelző berendezés az adott épületben, akkor a tűzjelző központ adatbázisának lekérdezése sok értékes információval szolgál, ezért annak elemzése szükséges.

A tűz keletkezési idejének megállapításához fontos adat az elsőként meggyulladt tárgy és fizikai tulajdonságainak, valamint közvetlen környezetének ismerete. Ez a kiindulási pont meghatározó a tűzfejlődés időintervallumainak alakulásában. Ez az állapot gyakorlatilag minden tüzeset során egyedi. Egy átlagosan berendezett helyiség tűzfejlődése négy csoportba sorolható:

- Gyors tűzfejlődés (nagy csúcs-hőtermelési sebesség; éghető anyag és megfelelő rendelkezésre álló oxigén jelenléte, megfelelő légcserre, égésgyorsító anyag, stb.; gázok, folyadékok égése során, vagy textíliák, drapériák lángra lobbanása esetén)
- Késleltetett tűzfejlődés (közepes csúcs-hőtermelési sebesség; jellemzően a lángra lobbanást megelőző izzási folyamat, lassú égési folyamat)
- Lassú tűzfejlődés (alacsony csúcs-hőtermelési sebesség; lappangó égésekre jellemző, lassú, de fokozatos hőtermelődés. ($Q_{hőterm.} > Q_{hőelvez.}$)
- Korlátozott égés (éghető anyag, vagy oxigén mennyiség jelentős korlátozottsága, lokális kiterjedés)

A tűz időtartam és a tűz keletkezés időpontjának meghatározásához szükséges az alapadatok ismerete a tűz helyszínén tapasztaltak és a rendelkezésre álló laboratóriumi adatok alapján. Ezt követően az ezekből számított időtartamok segítségével az oltás befejezésétől visszszámítható a tűz keletkezés időpontja. A számítások sok esetben rendkívül bonyolult matematikai összefüggéseket takarnak és a sok ismeretlen tényező miatt az algoritmusok használata is nehéz. Ennek ellenére a módszer által, pusztán objektív bizonyítékok felhasználásával számítható a tűz keletkezésének ideje, függetlenül a szemtanúk nyilatkozataitól.

A kriminalisztikai szemlélet elengedhetetlen a bizonyítási eljárások lefolytatásához, azonban a tűzvizsgálat egy speciális bizonyítási eljárás, amely műszaki ismereteket és mérnöki gondolkodásmódot igényel, tűzvédelmi ismeretek magas szintű felhasználásával. A helytálló, professzionális, kizárásos módszerrel lefolytatott, közvetett és közvetlen bizonyítékok értékelésére kiterjedő vizsgálatok mind mérnöki módszereken kell, hogy nyugodjanak. Ezen szemlélet elsajátítása és alkalmazása, a sajátos „tűzvizsgáló” gondolkodásmódba integrálva vezethet a legalaposabb tűzvizsgálatokhoz.

Felhasznált irodalom:

- Gábor László: Épületszerkezet III. kötet
- Dr. Beda László: Tűzmodellézés, tűzkockázatelemzés (Budapest, 1999.)
- National Fire Protection Assosiation 1 –5 rész
- Dunai Kovács Béla: A tűzvizsgálat kézikönyve (BM Tanulmányi és Propaganda Csoportfőnökség 1972.)
- Bartha Iván, Fentor László: A tűzvizsgálat alapjai (Budapest 2006.)
- Nagy László Zoltán: A tűzvizsgálat taktikája (2010.)
- Dr. Takács Lajos Gábor: SZIE-YMMF tűzvédelmi szakmérnökképzés előadás jegyzet
- Kulcsár Béla: Szerkezetek tűzvédelme (SZIE-YMMF tűzvédelmi szakmérnökképzés előadás jegyzet)
- www.vedelem.hu

III. Járművek tüzeinek vizsgálata

A közlekedési eszközök csoportosítása:

Közlekedésben résztvevő járművek csoportosítása:

- Közúti járművek:
 - személygépjárművek, motorkerékpárok
 - autóbuszok
 - tehergépjárművek, járműszerelvények
- Kötött pályás közlekedés járművei:
 - vasúti járművek: - gőzmozdonyok
 - dízel mozdonyok
 - villanymozdonyok
 - vasúti kocsik
 - metró szerelvények
 - villamosok
 - trolibuszok
- Vízi közlekedés járművei:
 - Vízi járművek: - kishajó
 - csónak
 - komp
 - tengeri hajó
 - úszó munkagépek
 - úszóművek
- Légi közlekedés gépei:
 - repülőgépek: - vitorlázó
 - sport
 - kis utasszállító
 - nagy utasszállító
 - teherszállító
 - katonai, harci
 - mezőgazdasági
 - helikopterek: - katonai
 - mentő
 - mezőgazdasági

1. Személygépjárművek tüzeinek vizsgálata

A XXI. században a gépjárművek használata mindennaposá vált a fejlett, illetve fejlődő országokban. A gépkocsik nem csak sebességük, tömegük és teljesítményük miatt veszélyesek, hanem a gyártás során beépített éghető anyagok, továbbá működésükhöz szükséges tűzveszélyes hajtóanyaguk miatt is. A gépjárművek számosságából adódóan mindennaposak a közutakon a balesetek, a pénz szűkössége miatt sokszor elmarad a gépkocsik rendszeres és szakszerű karbantartása, gyakoriak a tulajdonosok által utólag beszereltetett berendezések. Ezek együttesen mind növelik a gépjárműtűz keletkezésének valószínűségét. A gépkocsik bűncselekmények célpontjává is váltak, melynek során egyes esetekben a gépjárművek akár felgyújtásra is kerülhetnek. A gépjárművek tehát sokféle okból gyulladhatnak ki, összetett szerkezetük miatt a tűz keletkezésének valódi okát kideríteni nem könnyű feladat. Szükségesek ehhez elsősorban az alapvető égésméleti ismeretek, másodsorban pedig lényeges, hogy minél jobban ismerjük a gépkocsik felépítését (milyen anyagokból állnak gépjármű alkatrészei, hogyan helyezkednek el egymáshoz képest és milyen közel vannak egymáshoz) és működését. Nem kívánom részletezni az égésméleti ismereteket, illetve a gépkocsik felépítését és működését, mivel könnyen fellelhető számos olyan magyar nyelvű szakirodalom, amely ezeket megfelelő részletettséggel mutatja be. A gépjárművek tűzvizsgálata során a fentiekben túl a tűz keletkezési helyének és okainak felderítésében segítséget nyújthat az adott gépjármű forgalmazója, illetve autószerelője is, aki általában hasznos információkat tudni adni gyári és utólagosan beszerelt alkatrészekről, javításokról, illetve a gépkocsi hibáiról.

A gépjárműtüzek okai két nagy csoportra oszthatóak: szándékos és nem szándékos tüzek. A nem szándékos tüzesetek eredhetnek balesetből, nem szakszerűen vagy hiányosan végzett karbantartásból, illetve a gépkocsi gyártó által a tesztek során nem felismert tipushibákból.

TŰZKELETKEZÉSI OKOK

Szándékos tűzokozás

A gyújtogatások indítékai általában a következők: a személyes vagy üzleti ellentétből eredő bosszúvágy illetve fenyegetés (pl. bűnszövetkezetek, bűnbandák esetében védelmi pénz megtagadása miatt), gépjármű-biztosítási csalások, illetve bűnelkövetés után a bizonyítékok eltüntetése.

A gépjármű-biztosítási csalások során a tulajdonos bejelenti a biztosító felé, hogy ellopták a gépjárművét. Ehhez azt a látszatot kell kelteni, hogy a gépkocsit megtaláló rendőrök és tűzoltók számára úgy tűnjön, mintha egy tolvaj lopta volna el a gépkocsit. Ahhoz, hogy sikeres legyen az akció, az elkövetőnek úgy kell gondolkodnia, mint egy tolvajnak. Oly módon kell „megbűtykölni” a gépkocsi gyújtásrendszerét, hogy úgy tűnjön, mintha azt olyan valaki végezte volna, akinek nincs slusszkulcsa. Ha ezt nem tudjuk megvalósítani, be kell bizonyítani, hogy valaki lemásolhatta a slusszkulcsot, vagy tolvajkulccsal tudták elindítani, vagy a zárat megpiszkálták. Ha a gépkocsinak riasztórendszere vagy lopáságtóló rendszere van, azt is fel kell törnie a „tolvaj”-nak. A profi tolvajok ezeket általában könnyedén kiiktatják a vezetékek áthidalásával, azonban az újabb gépkocsikba szerelt válaszjeladók, immobilizerek már nagyobb kihívást jelentenek.

Akár gépjármű-biztosítási csalás, akár bűnelkövetés van a háttérben, annak érdekében, hogy minél több bizonyítékot eltüntessen az elkövető, a gépjárművet általában felgyújtják. Szándékos gyújtogatás esetében a tűz keletkezési okát többnyire nem nehéz megállapítani, mivel általában a

gyújtogató nem próbálja meg eltüntetni a nyomokat, amikből rájöhetünk a szándékosságra. Amennyiben a tüzet időben eloltják, általában meg lehet állapítani a tűz keletkezésének okát, pontos helyét, illetve azt, hogy milyen égésgyorsító folyadékot használtak, ha egyáltalán volt ilyen. Gyakran elhagyott helyen illetve éjszaka gyújtják fel az autót, így azok teljesen leégnek, mire a tűzoltók meg tudják közelíteni a tüzet.



Egy teljesen kiégett gépjármű

Szándékos tűzokozáshoz gyakran használnak ún. „Molotov-koktél”-t, ami egy üvegpalackba (pl. sörösüvegbe) töltött gyújtóanyagból és a palack nyakába tömött rongydarabból áll. Az elkövető a rongydarabot meggyújtja, majd az égő rongydarabbal a célpontra hajítja, amihez ütdöve az üvegpalack összetörik, és a benne lévő gyúlékony anyag lángra lobban az égő rongydarabtól.



„Molotov-koktél” maradványai a hátsó ülésen

A gépkocsik felgyújtásához leggyakrabban használt gyújtóanyagok az alábbiak:

- autóbenzin
- gázolaj
- benzin-gázolaj elegye
- denaturált szesz

- nitrohigító
- benzines folttisztító

Az alábbiakban a fenti anyagok legfontosabb fizikai-kémiai tulajdonságait foglalom össze.

Benzin

A benzin a nyers kőolajból desztillálás útján kapott folyadék. Nem egységes vegyület, hanem paraffin szénhidrogének elegye, főként hexánból (C_6H_{14}) és heptánból (C_7H_{16}) áll, amik nyíltláncú, telített szénhidrogének. A motorbenzinnek azonban több mint 400 féle alkotóeleme van (olefinek, ciklohexán, benzol, toluol, orto-, meta- és para-xilolok, továbbá egyéb vegyületek).

Főbb tulajdonságai²⁶:

- jellegzetes szagú, színtelen, könnyen folyik
- vízben oldhatatlan, víz felszínén úszik, azzal kétfázisú heterogén rendszert alkot
- éterrel, kloroformmal, zsírokkal elegyíthető
- rendkívül gyúlékony, levegővel keveredve, majd meggyújtva robbanása erőteljes
- a gőz jól keveredik a levegővel, könnyen képez robbanó elegyet
- öntés, rázás eredményeként akár gyulladást előidéző elektrosztatikus töltések is keletkezhetnek
- lobbanási pontja: $-20^{\circ}C$
- öngyulladási hőmérséklete kb. $250^{\circ}C$
- sűrűsége: $0,743-0,790 \text{ g/cm}^3$

Alacsony gyulladási hőmérséklete és a fenti kiváló égésgyorsító tulajdonságai miatt az autóbenzin a leggyakrabban használt égésgyorsító folyadék.

Gázolaj

A gázolaj a benzinhez hasonlóan a nyers kőolajból desztillálás útján kapott folyadék, azonban a gázolajban levő szénhidrogének hosszabb szénláncúak, forráspontjuk magasabb (kevésbé illékonyak).

Főbb tulajdonságai:

- jellegzetes szagú, sárgás színű folyadék
- komponensei a vízben rosszul oldódnak, víz felületén úszva szétterjedhet
- normál hőmérsékleti és nyomásviszonyok között stabil, kismértékben tűzveszélyes
- lobbanási pontja: $52^{\circ}C$
- öngyulladási hőmérséklete: $254-285^{\circ}C$
- sűrűsége: $0,87-0,95 \text{ g/cm}^3$

Benzin-gázolaj elegye

²⁶ AB – 95 jelű (Eurosuper 95) autóbenzin

Tűzokozásra gyakran használatos a benzin-gázolaj elegye, amelyben a benzin a robbanásszerű gyulladáshoz kell, a gázolaj pedig azért szükséges, hogy az égés ne robbanásszerűen történjen.

Denaturált szesz

A denaturált szesz tisztító, zsírtalanító szer, festékek és lakkok oldószere.

Összetétele: 94-95% etil-alkohol, <3% metil-alkohol, (egyéb összetevők: metil-etil-keton, izobutil-alkohol, denatonium-benzoát)

Főbb tulajdonságai:

- jellegzetes szagú, színtelen folyadék
- tűzveszélyes
- vízzel jól elegyedik, levegővel robbanó elegyet képez
- savakkal és erős oxidáló szerekkel hevesen reagál, tűz és robbanásveszélyt okozva
- lobbanáspontja: 12°C
- öngyulladási hőmérséklete: 363°C
- sűrűsége: 0,78-0,8 g/cm³

Nitrohigító

A nitrohigító a festékiparban, illetve a háztartásokban is használatos festék segédanyag, oldószér.

Összetétele: 50-100% toluol, 10-25% etil-acetát, 10-25% butil-acetát.

Főbb tulajdonságai:

- jellegzetes szagú, színtelen folyadék
- tűzveszélyes
- gyorsan párolog, vízben oldódik, gőze álmosságot, szédülést okoz
- lobbanáspontja: -1°C
- gyulladási hőmérséklete: 370°C
- sűrűsége: 0,876 g/cm³

Benzines folttisztító

A benzinen folttisztító a tisztítóiparban és a háztartásokban zsírtalanításra, olajos alkatrészek tisztítására használt vegyszer.

Összetétele: 50-100% speciális benzin, 25-50% aceton.

Főbb tulajdonságai:

- jellegzetes szagú, színtelen folyadék
- tűzveszélyes
- vízzel nem vagy kis mértékben elegyedik
- lobbanáspontja: -19°C
- gyulladási hőmérséklete: 465°C
- sűrűsége: 0,7389 g/cm³

Balesetből eredő tűz

A balesetből eredő gépjárműtűzek túlnyomó része a motortérből indul. Gépjárművek ütközési tesztsorán megállapították, hogy ha a motortérben tűz keletkezik, az akár 10 perc alatt elérheti az utasteret, amiben – ha kigyullad – maximum 3 percig lehet tartózkodni. A tűz ilyen fokú gyors terjedése miatt tehát kiemelten fontos, hogy minél többet tegyünk annak érdekében, hogy megelőzzük, illetve megfékezzük a motortérből kiinduló tüzeket, és minél jobban megakadályozzuk az utasterbe való terjedését.

Az Amerikai Egyesült Államokban végzett kutatások alapján a balesetből eredő nagyobb gépjárműtűzek többsége a frontális és a gépkocsi átfordulásával járó ütközésekhez köthető. A gépkocsi átfordulásával járó balesetek során a tűz keletkezési helye jellemzően az üzemanyagtartály, az üzemanyag kiömlése számos esetben a tűz elsődleges oka. Ennek a felismerésnek köszönhetően egyre több gépkocsigyártó fejleszt ki olyan technológiát, aminek eredményeképpen az üzemanyagtartály tartalma nem folyik ki a gépjármű esetleges átfordulása során.



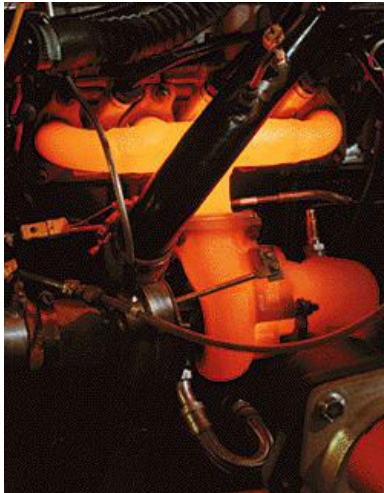
Baleset következtében kiégett gépjármű

Karbantartás hiányából eredő tűz

A gépjármű karbantartásának minősége közvetlenül befolyásolja az esélyét annak, hogy a gépkocsi a jövőben ki fog-e gyulladni. A rendszeres és szakszerű felülvizsgálat, karbantartás hiánya az egyik fő oka a gépkocsik kigyulladásának, így a megelőzés legfontosabb eleme, hogy erre kiemelt figyelmet fordítsunk. A nem szakszerűen karbantartott, „toldozott-foltozott”, olcsó megoldásokkal javítottatott illetve a „tuningolt” gépkocsik esetében jelentősen megnő a tűz keletkezésének esélye.

Ha valamilyen berendezést utólag kívánunk beépíteni (pl. rádió, hangfal, erősítő, visszajelző műszerek, motorelőmelegítő-rendszer, állófűtés), a munkát csak olyan szerelőre bízjuk, aki ismeri az adott gépjárműtípus összetett elektromos rendszerét. Fontos, hogy a szerelés során a gyári vezetékvezetés helyét ne változtassuk meg, gondoskodjunk a kábelek megfelelő rögzítéséről, továbbá kiépítsük azokat a védelmi köröket, amelyek elhárítanak egy esetleges elektromos meghibásodásból adódó veszélyt. Amennyiben olyan, nem gyári alkatrészeket építünk be, amelyek jóváhagyásra kötelezettek (pl. riasztó, ködlámpa, indításgátló), lényeges arra odafigyelni, hogy az alkatrész rendelkezzen jóváhagyási jellel ("E" vagy "e" betű, illetve mellette egy- vagy kétjegyű szám). Egy másik veszélyes terület, amikor a gépjármű-tulajdonos az autó eredeti teljesítményét kívánja megnövelni, ez az ún. „tuning”.

A gyári rendszerek tervezési értékét meghaladó teljesítménynövelés hatására keletkező többféle illetve nyomásnövekedés szintén tüzet okozhat, (pl. nagyobb üzemanyag-szivattyú, turbó beszerelése, kipufogócsonk illetve kipufogórendszer megváltoztatása), mivel az ilyen rendszerek mellett található eredeti alkatrészek nem a megnövekedett hőteljesítményhez vannak tervezve, így ezek akár megolvadhatnak, vagy akár ki is gyulladhatnak.



Turbófeltöltő, kipufogócsonk működés közben

A szakszerű karbantartás és szerelés mellett lényeges továbbá, hogy mennyit használjuk a gépkocsit. Vizsgálatok alapján megállapítható, hogy azok a gépjárművek, amelyek évente 80.000 km-nél kevesebbet futnak (jellemzően ezek többnyire városban közlekednek), egy ütközés után hajlamosabbak kigyulladni, mint azok, amelyek az autópályákon évi 250.000 km-nél többet tesznek meg. Ez a megállapítás azzal magyarázható, hogy városi utakon az egyenetlen talaj, illetve a gyakori fékezés és elindulás számottevő vibrációt okoz, amelynek eredményeképpen a gépkocsi alkatrészei meglazulnak, az elemek egymáshoz szorultak. A vezetékek nagy része PVC-vel (poli-vinil-kloriddal) van borítva,

könnyű, puha anyag, így könnyen elkopik a súrlódástól, illetve megolvad, ha egy forró alkatrészrel érintkezik. A gépkocsiban található vezetékek többsége gyárilag úgy van kötegelve, hogy elkerülje a súrlódást. Ez azonban nem igaz az akkumulátor és a generátor kábelére, illetve a nem gyárilag beszerelt, kiegészítő alkatrészek kábeleire, amelyek ráadásul jellemzően nagyobb méretűek, mint a kötegelt kábelek. Ezeket a nagyobb méretű vezetékeket jellemzően tömlőkhoz, más kábelkötegekhez, a motorblokkhoz vagy az alvázhöz rögzítik. Amennyiben ezekhez az alkatrészekhez nem nyúlunk, általában nem keletkezik ezen a helyen tűz. Sajnos a gyakorlatban általában egy alkatrészcsere vagy javítás során ezeknek a kábeleknek a rögzítését, vagy akár magukat a kábeleket el kell vágni. A probléma akkor kezdődik, amikor ezeket a kábeleket nem a gyártó által előírt módon vezetik vissza és rögzítik újra. Egy nagy terhelés alatt álló meglazult kábel túlmelegedhet annyira, hogy a szigetelése megolvad és kigyullad. Bár ezek a szigetelőanyagok általában valamilyen lángmentesítő anyagot is tartalmaznak, ezek magas hő hatására kifolyhatnak az anyagból, így ez esetben marad maga a rendkívül gyúlékony műanyag.

Az olyan nehéz és szűk helyen lévő alkatrészek, mint például az önindító, gyakran okoznak tüzet, főleg akkor, ha a kábel nincs megfelelően elvezetve és lerögzítve. Az idő múlásával és a sok vibráció következtében a szigetelésük elszakadhat és így rövidzárlat keletkezhet, mely gyújtóforrásként szolgálhat.

Az üzemanyag-vezeték és a hidraulikus vezeték elkophat és a vibráció következtében kilazulhat, ami szivárgást eredményezhet. Ha a kőolaj-származékok forró felülettel érintkeznek, könnyen meggyulladnak. A benzinnel működő autók motorja lényegesen magasabb hőmérsékletre ér el, mint a dízelautóké, a benzines gépkocsik kipufogócsonkjának hőmérséklete akár 500 °C fölé is emelkedhet. Ezen a hőmérsékleten az olaj, a benzin, a hidraulikafolyadék és a fékfolyadék már képes meggyulladni.

Fékfolyadék által okozott tűz

A fékfolyadékok általában glikol- illetve glikoléter-elegyek, gyulladási hőmérsékletük általában 300 °C felett van. A fékdob illetve a féktárcsa hőmérséklete meghaladhatja az 500 °C-t, így ha a fékfolyadék szivárgás miatt ezekre rácsöpög, könnyedén meg tudják gyújtani azt. A fékfolyadék tartályának túltöltése esetén a fékfolyadék a motor forró alkatrészeire folyhat, és meggyulladhat, ezért az újratöltést körültekintéssel kell végezni és célszerű a motor hideg állapotában végrehajtani.

Fagyálló folyadék által okozott tűz

Különösen a régebbi típusú gépkocsik esetében gyakoriak a fagyálló folyadék által okozott tüzesetek. A fagyálló folyadék etilén-glikol és víz 1:1-es arányú elegye. Az etilén-glikol lobbaspontja 111 °C, öngyulladási hőmérséklete 410 °C. Ezt az öngyulladási hőmérsékletet egy benzines autó kipufogócsonkjának, illetve turbófeltöltőjének a hőfoka könnyedén meghaladhatja, így akár a legnehezebb szénhidrogént is be tudja gyújtani a motortérben. Amikor a forró fagyálló folyadék rácsöpög a motor forró felületére, az oldatból körülbelül 105 °C-on elkezdi párologni a víz (a vízhez kevert glikol kissé megemeli annak forráspontját). A víz elpárolgása után szintiszta glikol marad vissza, ami egyre csak melegszik és párolog, amíg el nem éri a lobbaspontját. Ha a magas feszültségű vezetékekből vagy egy elektromos alkatrészről egy szikra pattan ki a glikol gőzének közelében, az gyulladást eredményez. Ha nincs szikra, akkor a glikol tovább melegszik és párolog. Ha a glikol egy cseppje vagy gőze érintkezik a kipufogócsonk vagy turbófeltöltő forró felületével, azonnal öngyulladás következhet be. A gyulladást követően a fentiekben bemutatott kétféle folyamat szerint, a tűz normál módon fog tovább égni és meggyújtja a motortérben található többi kőolaj-származékot, illetve műanyagot. Az etilén-glikol és a propilén-glikol is nagyon

intenzíven ég, és az égési hőmérsékletük elérheti akár a 700 °C-t is. Ez a hőmérséklet elég magas ahhoz, hogy megolvadjanak a motor alumínium és cink alkatrészei, mint például a hűtő, a generátorház, légkondicionáló berendezés szivattyúja, a szelepfedél, illetve a karburátor. A magas hőtermelésnek és az égett felületen kirajzolódott égési mintának köszönhetően ezek a tüzek első ránézésre úgy tűnnek, mintha szándékosan lett volna felgyújtva a gépkocsi. Gyakran előfordul, hogy az alumíniumhűtő fentről lefelé, fordított kúp alakban ég és olvad meg – ez történik akkor is, ha a fagyálló folyadék forr fel, és így a hűtő megolvad. Hideg motorok esetén ezzel ellentétben ritkán fordul elő, hogy nem szándékos gyújtogatás esetén a fagyálló folyadék miatt gyullad ki egy gépjármű. Lényeges tehát, hogy a tűzvizsgálatot végző szakemberek tisztában legyenek azzal, hogy a tüzeset előtt közvetlenül a gépkocsival mi történt, használatban volt-e.

Benzin által okozott tűz

Műszaki meghibásodások esetén gyakran a benzin okoz tüzet. Általában az üzemanyag-vezetékek érintkezési hibái, illetve annak kilyukadása, a karburátor, a benzin szivattyú, illetve az üzemanyag-befecskendező rendszer hibái miatt keletkezik ilyen jellegű tűz. Ma már szinte minden gépkocsiban található elektronikus benzin szivattyú az üzemanyagtartályban vagy amellet. A legtöbb elektronikus benzin szivattyút biztonsági okok miatt úgy alakították ki, hogy a szivattyú csak akkor adagol be üzemanyagot, ha nyomást érzékel a visszatápláló szivattyúból. Ha valahol szivárog az üzemanyag-vezeték, akkor a visszatápláló szivattyúból nem érkezik kellő nyomás, ezért a berendezés azonnal leáll, és az üzemanyag-pumpálás megszűnik. Ennek köszönhetően tehát minimális üzemanyag szökik ki a rendszerből, és egy esetleges tűz esetén a benzin nem fogja tovább táplálni a tüzet. Sajnos azonban az ilyen típusú berendezések sem tudják teljesen megelőzni a bajt, mivel ha az üzemanyag-vezeték csak kis mértékben szivárog, a visszatápláló szivattyúból még érkezik annyi nyomás, ami elegendő ahhoz, hogy a rendszer tovább pumpálja a benzint. Ez a kis szivárgás tehát tud tüzet okozni, ha egy szikra vagy egy forró felület üzemanyaggal, vagy annak gőzével kerül kapcsolatba.

A karburátor közelében keletkező, hosszan tartó tüzek általában a karburátor olvadását eredményezik, amennyiben a tüzet az üzemanyag folyamatosan táplálja. A karburátor alatti rész általában nem sok gyűlékony alkatrészt tartalmaz, ezért a karburátor oladási hőmérsékletének (480°C-660°C) eléréséhez folyamatos üzemanyag-utánpótlás szükséges. Az ilyen magas hőmérséklet a felette lévő motorháztető fényezését is elégeti. A motorháztető elváltozásai jól jelzik a motortérben bekövetkezett tűz helyét és intenzitását. A fémből készült üzemanyag-vezeték könnyű megtalálni a töréseket és rossz csatlakozási pontokat, azonban a manapság használt műanyag vezeték egy tűz esetén teljesen megolvadnak, így ezekben az esetekben szinte lehetetlen utólagosan megállapítani, hogy az üzemanyag-vezetékkel való szivárgás okozta-e a tüzet.

Gázolaj által okozott tűz

Az előző részben írtak nagyrészt alkalmazhatóak a gázolajjal működő gépkocsik esetében is, azzal a különbséggel, hogy a dízelmotorok alacsonyabb hőfokon működnek, mint a benzinmotorok. Fentiekén kívül a turbófeltöltők meghibásodása és szivárgása is okozhat tüzet. Terhelés alatt a turbó felszínének hőmérséklete meghaladhatja a 480 °C-t is.

Olaj által okozott tűz

A kenőolaj gyakran okoz tüzet, bár elmondható, hogy az ilyen típusú tűz többnyire gondatlanság miatt keletkezik be. A szelepfedélről vagy a vezetékekből szivárgó olaj könnyen meggyullad, ha érintkezik a forró kipufogócsonttal vagy motorral, mivel ahogy korábban

írtam, az olaj öngyulladás hőmérséklete 450 °C, a benzines gépkocsik kipufogócsontja pedig meghaladhatja az 500 °C-t is. Mivel ez a típusú tűz igen gyakori, számos gépjármű esetében a gyártók egy terelőlapot építettek be, ami megakadályozza, hogy az olaj a kipufogócsontokra csöpögjön. Az olaj által okozott tüzek egy utólagos vizsgálat során gyakran úgy tűnnek, mintha az üzemanyag szivárgása okozta volna a tüzet, mivel a motor oldalán fut felfelé a tűz, ami karburátorban és környékén okoz károkat.

A szervokormány és a fékfolyadék ritkán okoz tüzet, azonban ha ezek felforrósodnak, nagy intenzitással égnék. Egy tűz során a főfékhengerből szivárgó fékfolyadék az intenzív égés során végigfut a tűzfalon (a motorteret az utastértől elválasztó elem), ami félrevezetheti a tűzvizsgálatot végző szakembert, mert úgy tűnhet, mintha égést segítő folyadékot öntöttek volna a gépkocsira. ^[1]

Elektromos tűz

Az elektromos tüzek felderítéséhez aprólékos munka szükséges, mivel a kábelkötegen belül rengeteg olyan kívülről nem látható vezeték van, amik eléghetnek, így ezeket a kábelkötegeket szét kell szedni, hogy azokat a vezetékeket is szemügyre vehessük, amiket más kábelek eltakarnak. Ha a biztosítékpanel sértetlen, abból számos következtetést vonhatunk le a belső égésekkel kapcsolatban. A gépjárműben nem minden vezetékhez van biztosíték, így amikor ezek rövidzárlatot kapnak, általában összeolvadnak a vezetékek, és gyakran a hő hatására nagyon törekenyek lesznek. Amikor kisebb vezetékeket nagyobb vezetékek táplálnak, és a kis vezeték rövidzárlatot kap, az olvadás általában csak a nagyobb vezetékig fog tartani, mert a nagyobb keresztmetszet miatt az átfolyó áramerősség kisebb lesz, így a hőmérséklete sem fog olyan nagymértékben megemelkedni.



Elektromos áram hatására létrejött olvadásnym egy önindító kábelcsatlakozásán

Azoknál a tüzeknél, amelyeket vélhetően kapcsolók vagy kisebb motorok okoztak, a tűzvizsgálat során nagyon óvatosan kell eltávolítani ezeket az alkatrészeket. Általában műanyag borításuk és szerkezetük van, amik az égés után könnyen szétmorzsolódnak, ezért érdemes egy kis tartályt alájuk helyezni a mintavétel során.

Fentiekből jól érzékelhető, hogy egy gépjárműben milyen sokféle okból kifolyólag keletkezhet tűz. A tűzkockázat csökkentése érdekében kiemelten fontos gépjárművek a rendszeres és szakszerű szervizelése annak érdekében, hogy időben észleljük a gépjárműben az esetleges hézagokat, szivárgásokat. Rendkívül fontos továbbá, hogy a gépkocsi-szerelők a gyártó által előírtakat betartsák a gépkocsi javítása, illetve az új alkatrészek behelyezése során.

Típushibából eredő tűz

Az autógyártás során a gépjárműveket alapos, mindenre kiterjedő teszteknek vetik alá, azonban egyes hibák még ennek ellenére is csak a piacra kerülés után derülnek ki. Számos ilyen esetben fordult már elő, hogy a típushibák tüzet okoztak, vagy okozhatnak. A közelmúltban nyilvánosságra került gépkocsi visszahívásait áttekintve megállapítható, hogy a tüzesetek legnagyobb hányada az üzemanyagellátó-rendszer, az ahhoz kapcsolódó vezetékek meghibásodása, illetve az elektromos hálózat miatt következik be.

Az elmúlt években tűzveszély fennállása miatt az alábbi gépjármű visszahívások történtek (a teljesség igénye nélkül):

1.) Volvo S60 és XC60: hibás alvázszigetelő anyag

Az alváz hangszigetelésére használt gyurmaszerű anyag megnyúlhat, majd megkeményedhet és kidörzsölheti az üzemanyag-vezeték, amely a benzin vagy a gázolaj csöpögését okozhatja és ez akár tűzveszélyes is lehet.

2.) Nissan és Infiniti: hibás üzemanyag szenzor

A meghibásodó szenzor üzemanyag-szivárgást okozhat, amitől tűz keletkezhet.

3.) Mini: hibás vízpumpa

A turbómotoros Minikben a hibás vízpumpa túlmelegedést okozhat, ami miatt tűz keletkezhet a motortérben.

4.) Roll-Royce Ghost: hibás vízpumpa

A hibás vízpumpa túlmelegedést okozhat, ami miatt tűz keletkezhet a motortérben.

5.) BMW: hibás olajmelegítő

A dízelmotoros BMW-kben az olajmelegítő hibája miatt akár ki is gyulladhatnak az autók.

6.) Volkswagen Jetta: üzemanyag-szivárgás

Dízelmotoros Jettákban a TDI motor különösen nagy nyomással fecskendezni be az üzemanyagot, így szivárgás fordulhat elő, amikor a tankból a befecskendezőbe kerül a gázolaj.

7.) BMW X5: hidegindításnál használt hibás olajmelegítő

Dízelmotoros X5-ösökben meghibásodhat az a berendezés, amely hidegindításnál melegíti az olajat. Miután elérte a szükséges hőmérsékletet, nem kapcsol ki, hanem tovább melegszik, ezzel akár tüzet is okozhat a motortérben.

8.) Ford F-150, F-250, Lincoln Blackwood: hibás benzintank

A benzintankot tartó fém pántok idő előtt elrozsdásodhatnak, és ezáltal tűz keletkezhet.

9.) Mazda6: üzemanyagtank párologtató rendszerének hibája

A gépkocsi üzemanyagtankjának párologtató rendszerébe költöző pókok hálójá elzárhatja a szellőzés útját, így megnőhet a nyomás és megrepedhet a tank, ami üzemanyag-szivárgást okozhat.

10.) Toyota Avensis és Lexus IS 250: üzemanyag-szivárgás

Az üzemanyagvezérlő-rendszerben a nyomá szenzor és a motort üzemanyaggal ellátott cső közé hibás tömítés került, ami miatt elszivároghat az üzemanyag, a szaga pedig az utastérben is érezhetővé válhat.

11.) Tesla Roadster: elektromos hiba

A jobb fényszóró mögött az egyik alacsony feszültségű (12 voltos) kábelt védőburkolata kidörzsölődhet, így rövidzárlat keletkezhet, ami füstöt és akár tüzet is okozhat.

12.) Seat Altea és Toledo: hibás fűtőkábelek

A dízelmotoros gépjárművekben az utasoldali lábtérben hibásan szereltek be fűtőkábeleket, így túlmelegedés és rövidzárlat keletkezhet, ami szélsőséges esetben akár tüzet is okozhat.

13.) Volkswagen Passat: hibás gyújtástekercs

A gyújtástekercs meghibásodása okozhat tüzet a gépjármű motorterében.

14.) Ferrari 458 Italia: hibás műanyag alkatrész

Hivatalos tájékoztatást nem adott ki az autógyár, azonban az alábbi ábrán található műanyag alkatrész cseréjét írták elő, így valószínűleg ez okozta a tüzeseteket.



Az első képen az alkatrész helye, a másodikon a régi, a harmadikon az új, módosított elem látható.

A megelőzésre vonatkozó fejezetnél részletesen kifejtem, hogy a gépjárműnek melyek azon részei, amelyekre a gyártóknak tűzveszélyességi szempontból kiemelt figyelmet kell fordítani a tervezési szakaszban, illetve a tesztelés során.

A TŰZ TERJEDÉSE

Tűzmintázatok

Ahhoz, hogy egy leégett gépjárműből meg tudjuk állapítani utólagosan, hogy mi okozta a tüzet, az égésméleleti alapismereteken, a gépkocsi felépítésén, illetve működésén túl fontos megismerni, hogy az égési folyamat során milyen minták rajzolódnak ki a megégett anyag

felületén. A tűz terjedését, illetve a minták alakját természetesen befolyásolják a tűz égésekor fennálló időjárási viszonyok, különösen a fújó szél iránya illetve nagysága. A tűzmintázatok (tűzrajzolatok) a tűz által okozott, létrehozott, látható és mérhető fizikai elváltozások. Ilyenek lehetnek az anyagokon a hő hatására létrejövő nyomok, mint pl. az elszenesedés, az oxidáció, az éghető anyag elfogyása, a füst- és koromlerakódás, a torzulás, az olvadás, a színváltozás, elszíneződés, továbbá az anyag tulajdonságainak megváltozásai, a szerkezetek összeomlása és egyéb nyomok. A tűzmintázatok vizsgálatával és értelmezésével megállapítható, hogy hol keletkezett a tűz, milyen irány(ok)ba terjedt, és milyen típusú éghető anyagok vettek részt az égés folyamatában. Jellegetes tűzmintázatok az alábbiak:

- V-alakú mintázat – függőleges felületeken. A „V” betű alsó pontja a hőforrásra mutat.
- Fordított V-alakú (más néven: A-alakú, vagy fordított kúp alakú) mintázat – általában párolgó üzemanyagok rövid idejű tűzével kapcsolatos.
- Homokóra alakú mintázat – a tűz nagyon közel vagy közvetlen kapcsolatban volt a függőleges felülettel.
- U-alakú mintázat – sugárzó hő következtében alakul ki. A hőforrás nagyobb távolságban keresendő, mint a V-alakú mintázat esetén.
- Kör alakú mintázatok – vízszintes felületeken (pl. motorháztető, gépkocsi teteje) található. Az erősebben károsodott középpont alatt található a hőforrás.
- Szabálytalan formájú mintázatok – általában belobbanás után, hosszú oltás vagy leomlás eredményeként alakulnak ki.
- Fánk alakú mintázatok – éghető folyadékok tüze okozhatja, amikor a belső részen a folyadék hűtőhatása miatt kisebb az égés.
- Kúszó mintázatok – hosszú, széles, egyenes minták, melyeket általában valamilyen tüzelőanyag (szándékos) szétöntése és meggyújtása okoz. Létrejöhhetnek más éghető anyag (pl. rongy vagy papír) meggyújtásával is.^[9]



A „V” alakú mintázat alsó pontja környékén kell keresni a tűz keletkezési helyét



A vezetőülés környezetéből terjedő tűz határoló felületi nyoma a gép karosszériáján

Az alábbiakban egy gépjármű acél és réz elemeinek oxidációját mutatom be, a kémiai folyamat mellett hangsúlyt fektetve a tűzvizsgálat szempontjából fontos részre, vagyis arra, hogy az égési folyamat végén milyen végterméket, milyen kirajzolódott égési mintát láthatunk a leégett gépkocsin.

Acél oxidációja

A tűzzel érintkező acél oxidációjának végeredményeként keletkező oxid típusa függ a hőmérséklettől: alacsonyabb hőmérsékleten „hematit” (Fe_2O_3), magasabb hőmérsékleten „magnetit” (Fe_3O_4) keletkezik.

Az alacsony hőmérsékleten keletkező „hematit” általában vöröses-barnás színű, a levegőben lévő nedvesség hatására közönséges rozsdává alakul. Ahogy a rozsdas vastagsága növekszik, többnyire pikkelyek alakulnak ki, és hidratált vas-hidroxid keletkezik: $\text{FeO}(\text{OH}) \times \text{H}_2\text{O}$.

A magas hőmérsékletű oxidáció során létrejött „magnetit” színe fekete, apró szemcséi mágnesre reagálnak. Mivel kémiaailag stabilabb és adherensebb, mint a „hematit”, nem lép reakcióba a levegőben lévő nedvességgel. Az oxidrétegen keresztül az acél felületét érő levegő páratartalom az acél rozsdásodását eredményezi, és az idő múlásával az egyre vastagodó rozsdaréteg átterjed külső felületre és végeredményben olyan vöröses és pikkelyes lesz, mint a hagyományos rozsdas.



Az acél alacsony hőmérsékletű oxidációjának eredménye

A legtöbb karosszéria és alváz alacsony széntartalmú acélból áll, előfordul azonban ún. „duplex” acélból álló karosszéria is, aminek az oxidációja megegyezik a széntartalmú acél oxidációjával. (A „duplex” acélok erősen ötvözött, korrózióálló, alacsony széntartalmú acélok. A nevében szereplő kettősség a két fő alkotóelemére, az „austenit” és a „ferrit” vegyes vasoxidokra utal.)

Az acélok egy másik családja az ún. „HSLA” (High Strength, Low Alloy, azaz nagy szilárdságú, alacsony ötvözésű) acél, amelyet mikroötvözött acélnak is hívnak. Ez a típusú acél kisebb tömegű, de ugyanolyan szilárdságú, mint a hagyományosan használt acél, de a használatát olyan alkatrészekre korlátozták, amelyeket a gyártás során kevésbé kell formálni, mint például az ajtómerevítő-elem, illetve a kombi gépkocsik lenyitható hátsó fala. Alacsony hőmérsékleten a legtöbb „HSLA” acél oxidációja, rozsdásodása szemmel láthatóan különbözik az alacsony széntartalmú acélokétól, többnyire sötétebb a színe és erősen adherens, ami alapján úgy tűnhet, mintha magas hőmérsékleten következett volna be az oxidáció. Magas hőmérsékleten a „HSLA” acél oxidációja hasonlít az alacsony széntartalmú acél oxidációjához.

A réz oxidációja

Magas hőmérsékleten a szilárd réz könnyedén oxidálódik. A levegő oxigéntartalmától függően kétféle oxidált formája jöhet létre. Alacsony oxigéntartalom esetén vörös színű Cu_2O keletkezik, magas oxigéntartalom esetén barna CuO . Ha a gépkocsiban az ablakok fel vannak húzva, akkor korlátozott a rendelkezésre álló oxigén mennyisége, így a műszerfal és a kárpit égése során az oxigén elhasználódik. Amennyiben az ablakok a tűz kezdetekor le vannak húzva, az oxidáció mindvégig magas oxigéntartalommal folyik le. Ha az ablakok az égés során törnek be, a beáramló levegő biztosítja az oxigén-utánpótlás az égéshez, így ennek köszönhetően gyakran előfordul, hogy az utastérben a tűz terjedési irányának megfelelően előfordul a magas, az alacsony, majd megint a magas koncentrációjú oxidáció által kirajzolt égési minták.

Ha egy égés során elegendő a rendelkezésre álló oxigénmennyiség, akkor jellemzően széndioxid (CO_2) keletkezik, ellenkező esetben pedig általában szén-monoxid (CO). Magas hőmérsékleten a fent említett réz-oxidokat a szén-monoxid tiszta rézzé alakítja át. Az így

létrejövő rézhuzalnak ugyanolyan a színe, mint az eredetinek, de a felülete szemcsés, így jól megkülönböztethető az eredeti, érintetlen rézhuzaltól.

Bizonyos szénhidrogének a melegítés hatására hidrogént szabadítanak fel. Hidrogén jelenlétében a vezetékekhez használt rézötvezeten belül gázpórusok alakulnak ki. Ezek az ún. zárlati ömlenyek lehetnek nagyon kicsi, csak laboratóriumi körülmények között észlelhető pórusok, vagy akár nagyobb méretű, a vezeték felületén szabad szemmel is látható göbök is. Mivel szénhidrogénekből készült anyagok általában nincsenek a gépjárművekben, ezért a pórusos, göbös rézhuzalok jelenthetik azt, hogy szándékos gyújtogatás történt.



Rézvezetékeken keletkezett göbök (zárlati ömlenyek)

A rézhuzalok a PVC szigetelésükben lévő kloridokkal együtt az égés során rézoxikloriddá alakulhatnak, melynek színe kék, illetve kékeszöld.

Műanyagok égése

A modern gépkocsik körülbelül 110-160 kilogrammnyi műanyag alkatrészt tartalmaznak, amik ha egyszer begyulladnak, a tűz gyorsan továbbterjed. A gépkocsiban lévő műanyag alkatrészek többsége hőre lágyul, az olvadási hőmérsékletük 170°C vagy akár magasabb, továbbá lángmentes anyagot is tartalmaznak, amelyek csak az olvadásig maradnak az anyag részeként, utána kifolynak, és marad a rendkívül éghető, tisztán műanyag alkatrész. A régebbi gépjárművek esetében kevesebb a műanyag alkotóelem, és az egyes alkatrészek kevésbé sűrűn helyezkednek el, így a tűz lassabban terjed, és az égés folyamata tovább tart.^[1] Fontos kiemelni, hogy a műanyagok égése tömegük csökkenésével jár. A megolvadt műanyag alkatrészek vizsgálatából sok esetben meghatározható a tűz iránya, ezáltal következtetéseket lehet levonni a tűz keletkezés helyére vonatkozóan.



Anyagvesztés a gépkocsi biztosítékdobozán – közepe a tüzet okozó „lengő biztosíték”

A gépkocsikban többnyire kétféle műanyag típus található: hőre keményedő, illetve hőre lágyuló (termoplasztikus) műanyag.

A hőre keményedő műanyagok hő hatására nem olvadnak meg, hanem egy ideig megőrzik alakjukat, aztán vagy pirolizálódnak, vagy teljesen elégnak. Ezek a típusú műanyagok általában drágábbak, mint a hőre lágyuló műanyagok, de magas hőmérsékleten is megtartják szilárdságukat, bomlási hőmérsékletük akár 300°C is lehet. Általában az elosztófedelelet, a szelepfedelet, olajszűrőfedelelet, illetve újabban a szívócsontot készítik ebből a típusú műanyagból.

A termoplasztikus műanyagok hő hatására megpuhulnak, és általában megolvadnak, mielőtt elégnének. Általában a vezetékek szigetelőanyaga, illetve a legtöbb egyéb, a gépkocsi alapszerkezetéhez nem tartozó alkatrész készül ilyen típusú műanyagból.



A tető termoplasztikus műanyag alkatrészei az égés során megolvadtak

A gépjárművekbe beépített mindkét-típusú műanyag többnyire valamilyen töltőanyagot, mint például az üvegszálát, csillámpelyhet, falisztet, kalcium-karbonátot, titánium-dioxidot, fekete szénport tartalmaz. Miután a műanyag elégett, az üvegszálakból egy fehér, selymes egybefüggő réteg képződik. A csillámpehely és a titánium-oxid apró szemcsés állaga megmarad. A kalcium-karbonát és a zsirkő égett, salakszerű réteget képez hő hatására. Ha a kalcium-karbonátot 760 °C fölé hevítjük, a salak habossá válik. Magas hőmérsékletű tűz esetén a faliszt és a fekete szénpor teljesen eloxidálódik szén-dioxidá, ha pedig alacsonyabb hőmérsékletű az égés, akkor fekete lerakódás képződik.

A vezetékek szigetelőanyagában lévő töltőanyag nagy része eltávozik a műanyagból, amikor a szigetelő elég. Ez alól kivételek az üzemanyag befecskendező mágnesszelephez, a gyújtógyertyához, illetve a kipufogógáz szenzorokhoz vezető magas hőmérsékletű vezetékek, amelyek égése után megmaradnak az üvegszálak.

A legtöbb termoplasztikus műanyag képlékenyítő (lágyító) adalékot tartalmaz, amely a műanyag molekulái közé beépülve megakadályozzák annak kristályosodását. Egy idő után azonban ezek a képlékenyítő anyagok elpárolognak, és a műanyag kissé összemegy, törekeny lesz, repedések keletkeznek rajta, így ennek köszönhetően a műanyag állapotából következtethetünk arra, hogy a műanyagból készült alkatrész hosszú ideig ki volt-e téve hőnek. Alacsonyabb hőmérsékletű tűz esetén a termoplasztikus műanyagokból petyhüdt, göröngyös lerakódás képződik.

A gépjárművek gumiabroncsának szilárdságát gyakran cink-oxiddal növelik, melyre az égés után hátramaradó fehér por szokott utalni.

Zárt-terű tűz fejlődési szakaszai

Zárt térben (így például a gépjárművek belsejében is) a tüzek lefolyásában általában három szakaszt figyelhetünk meg.

Az első szakasz a kezdődő tűz szakasza, amely a gyulladás pillanatában indul. A lángok ekkor még csak egy adott területen találhatóak, és a tűz éghetőanyag-szabályozott, ami azt jelenti, hogy a tüzet az éghető anyag alakja, tömege és geometriája határozza meg. A kezdődő szakaszban a levegő oxigén tartalma, és a környezeti hőmérséklet a normál tartományban van. A forró gázok oszlopa kezd a belső tér magasabb régióiba felszállni. A gázoszlop tartalma az éppen égő anyagtól függ, de általában korom, vízgőz, kén-dioxid, szén-dioxid és nyomokban más mérgező gázok találhatóak benne. A tűz az oxigént a lángok alsó részénél szívja be. Ha a

lángok fölött egy vízszintes határoló elem is van (pl. motorháztető, utastér teteje), akkor mind a konvekció (áramlás), mind a közvetlen lánghatás miatt a tűz felfelé és oldalirányban is terjedni fog.

A második fázis a szabadon égés szakasza. A tűz forrásától kiindulva a hő felfelé és kifelé áramló hővezetéssel, hőáramlással és hősugárzással terjed. A sugárzó hő a belső tér más éghető anyagait is a gyulladási hőmérséklet felé emeli, melynek hatására a tűz erősödik és vízszintesen is terjedni kezd. A belső tér felső részén összegyűlt forró, sűrű füstből és égésgázokból álló réteg elkezd hőt sugározni lefelé. A motortér, illetve utastér felső részében a hőmérséklet gyorsan nő, míg a motortér alja, illetve a padlósínt körüli hőmérséklet ekkor még viszonylag alacsony. A tűz intenzitásának növekedésével, az égésgázokkal és a még éghető anyaggal telített korom rétege egyre lejjebb kerül az áramlás következtében. Amikor ez a réteg annyira telítődik, hogy egy vagy több benne lévő éghető anyag eléri a gyulladási hőmérsékletét, bekövetkezik az átfordulás. Ekkor a felső réteg begyullad, és a tűz kiterjed a motorháztetőre, illetve az utastér tetejére, aminek a hőmérséklete, és a belőle lefelé sugárzott hő az átfordulás hatására még nagyobb sebességgel növekszik. A lefelé sugárzott hő másodlagos tüzeket is okozhat. Ebben a szakaszban a tűz még mindig éghetőanyag-szabályozott.

A tűz harmadik fázisa, a belobbanás (flashover) akkor következik be, amikor a felső füst- és gáztér hőmérséklete elegendő ahhoz, hogy a belső térben lévő anyagok egyszerre begyulladjanak. A zárt tér hőmérséklete ekkor a maximumán van. A tűz (hacsak ki nem törnek az ablakok) hamarosan szellőzés-szabályozottá válik.

A tűz terjedése a gépjárműben

A tűz terjedésének rövid elméleti bemutatása után összefoglalom, hogy a két leggyakoribb helyen, az utastérben illetve a motortérben keletkező tűz hogyan terjed tovább a gépjármű többi részében.

Utastérben keletkező tűz

Amennyiben az utastérben például a műszerfal meggyullad, először magán a műszerfalon égnek el a gyúlékony anyagok, majd onnan a tűz viszonylag gyors tempóban felfelé, a tetőkárpitra terjed. Ha az ablakok fel vannak húzva, a nyomáskülönbség miatt általában kitörnek az ablakok.

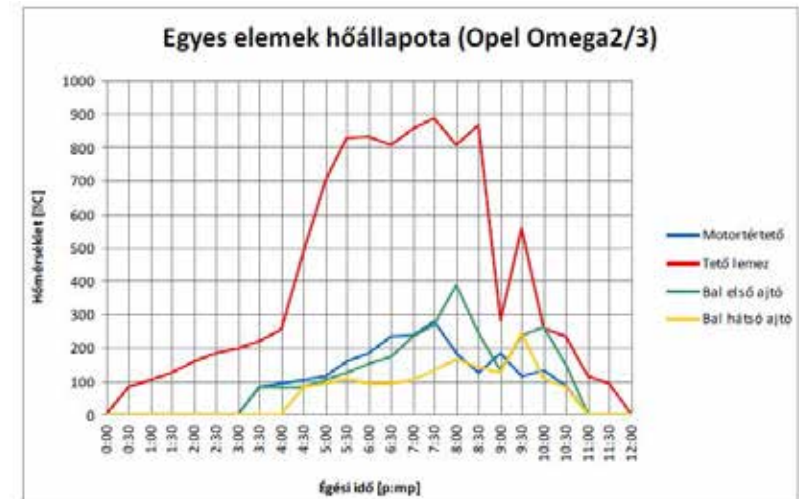
Amennyiben a gépkocsi ablakai nem törnek ki, az égéshez nem lesz elegendő az oxigén-utánpótlás, az égés oxigénvezérelté válik, a tűz kialszik.

(Ilyen eset fordult elő a Budapest, IV. kerületi parkolóban felgyújtott gépjármű égése során. Az elkövető az első illetve a hátsó ülés előtti padlón elhelyezett filc anyagú lábtörlőket gyújtotta meg „Molotov-koktél”-szerű eszközzel. A tüzet végül eloltották, azonban nagy valószínűséggel akkor sem terjedt volna tovább, ha nem oltják el, mivel a tűz terjedését gátolta, hogy az égés zárt utastérben zajlott, és az égés feltételei korlátozottan voltak biztosítva a levegő oxigéntartalmának csökkenése miatt.)

Amennyiben az ablakok kitörnek, a bejövő oxigén tovább táplálhatja a tüzet, és a tűz hevesebben kezd égni. A tűz ezután fentről lefelé fog terjedni. Mivel a gépkocsi padlósíntjén nincs oxigén, ezért a felülről jövő hősugárzás megolvasztja a szintetikus anyagokat, aminek következtében még több gyúlékony gáz keletkezik, ami majd felszáll és elég. Amennyiben a gépkocsi padlójára égésgyorsító anyagot öntöttek, oxigén hiányában nem tud elégni, így a tűz eloltása után is még megtalálhatóak nyomai a roncsban. A műszerfalról induló tűz általában 10-15 perc alatt átterjed a motortérbe, illetve a csomagtartóba. A tűz többnyire fordított kúp alakban terjed a gépkocsi belső részéből kifelé, és ha nem oltják ki a tüzet, körülbe

perc alatt teljesen leég a gépkocsi (égésgyorsító folyadék használata nélkül). Megfigyelhető, hogy minél több műanyag és üvegszál része van a gépkocsinak, annál gyorsabb az égési folyamat, és annál valószínűbb, hogy az autó teljesen leég.

Az alábbi ábra egy kísérlet során égésgyorsítóval meggyújtott utastérben keletkező tűz hőmérsékleti viszonyait mutatja be az idő függvényében a gépkocsi különböző részein. A kísérlet során a gépjármű két ajtaja résnyre megnyitásra került.



Egyes elemek hőállapota



A hő hatására bekövetkező üvegtörés jellegzetes képei

Motortérben keletkező tűz

Mivel a motortérben belül számos gyúlékony anyag van és a tűz könnyen terjed ezek között, nem könnyű megállapítani, hogy pontosan mi indította el a tüzet. Tegyük fel például, hogy zárlatot kap egy vezeték egy kábelköteggben, aminek következtében az felmelegszik és a PVC

szigetelése megolvad. A kábelköteg ezek után kanócként továbbterjeszti a tüzet oda, ahol gyúlékony alkatrészek vannak, így azok lángra kapnak. Ha ez a másodlagos tűz elég hevesen ég, azt gondolhatjuk, hogy ez volt a tűz elsődleges keletkezési helye, és hogy ez okozta a vezeték zárlatát. Mint ahogy sok tüzesetnél előfordul, az égés mértéke nem a tűz keletkezési helyén a legnagyobb, és ez jelentősen megnehezíti a tűzvizsgálatot végző szakemberek munkáját.

Amennyiben a motortér közepén keletkezik a tűz, és már olyan hevesen ég, hogy a motorháztető fényezése is elkezd égni, megkezdődik a tűzfal műanyag alkatrészeinek égése. A tűz általában a tűzfal azon részén terjed az utaster felé, ahol a fűtésventillátor és a légkondicionáló berendezés található, mivel ezeknek a burkolata többnyire műanyag vagy vékony alumínium, így könnyedén elégnék. Amint a tűz eléri az utasteret, a műszerfalon keletkező tűzhöz hasonlóan fog égni, a fent írtak alapján. Amint a tűz áttör a műszerfalon, a megégett tömlőből kiszivárgó fagyálló is meggyullad, aminek eredményeként a hűtőfolyadék felforr a hűtőben. A gépkocsi műanyagból készült elülső és hátsó része is gyorsan meggyullad, majd a gépkocsi teljesen leég körülbelül 45-60 perc alatt.

A motortérben keletkező tűz intenzitását jól szemlélteti az alábbi kép, ahol a motorháztető közepe teljesen eltűnt az égés során (kör alakú mintázatban égett ki).



Kör alakú mintázatban kiégett motorháztető

Gépjármű külső részén keletkező tűz

Mivel a gépjárművek külső felületén az éghető anyag mennyisége kevés (pl. gumiabroncs, szigetelések ajtóknál, szélvédőknél) a tűz keletkezése általában szándékos tűzokozás miatt következik be. Előfordulhat továbbá ütközés, műszaki hiba (pl. defekt, fékhiba) következtében, illetve amennyiben a gépjármű környezetében keletkező tűz ártterjed valamilyen hőtranszport következtében. (Például 2012 évben, a Budapest V. kerületben egy épület védőállványzata kigyulladt. A tűzben az alatta, illetve az út túloldalán parkoló gépkocsik is tűzkárt szenvedtek.)



Gépjármű környezetében keletkező tűz ártterjedése a gépjárműre

Mivel a gépjárművel külső részén keletkező tüzeknél az égéshez szükséges oxigénmennyiség korlátlanul rendelkezésre áll, a tüzet az éghető anyag alakja, tömege és geometriája határozza meg, tehát a tűz éghetőanyag-szabályozott. Azt, hogy a tűz a külső felületről továbbterjed-e a gépjármű belseje felé vagy kiálszik, azt az éghetőanyag fizikai-kémiai tulajdonságai, az időjárási viszonyok fogják meghatározni, továbbá az, hogy a tűz az utas-, csomag- és motortérbe milyen módon, milyen helyeken tud bejutni.

A Budapest, XXI. kerületben, egy 2008. évi gépjárműtűz esetében megállapítást nyert a szándékos tűzokozás, a tűz keletkezési helye a gumiabroncs futófelületének legfelső része volt. A lángok károsították a gépkocsi jobb hátsó abroncsát, a futómű sárvédőjét, a jobb hátsó ajtaját, valamint az utasterét elsősorban a jobb oldalon. A szélvédők épek maradtak, de jelentősen kormozódtak, a tetőkárpit és a műanyag alkatrészek egy része az utasterben elolvadt. A tűz további terjedését a gyors tűzoltói beavatkozás megakadályozta.



1. ábra: Gépjármű külső részén keletkező tűz terjedése

MEGELŐZÉS

Mit tesz a gyártó?

A gépjárműtűzek elkerülése érdekében gyártók évről évre újabb technológiákat fejlesztenek ki és alkalmaznak, amelyeket az alábbi három csoportba kategorizálhatjuk:

- a tűz megelőzése,
- a tűz utastérbe való terjedésének késleltetése,
- beépített tűzoltórendszer.

A tűz megelőzése

Tűzmelegelőzési szempontból az alábbiakra kell különös hangsúlyt fektetni a gépjárművek tervezési szakaszában:

- karosszéria törésállósága,
- üzemanyagtartály anyaga és elhelyezkedése,
- üzemanyag-vezeték elhelyezkedése, rögzítése,
- üzemanyag-töltő csatlakozása,
- elektromos földelés,
- elektromos vezetékek rögzítése,
- akkumulátor elhelyezkedése,
- üléshez, tetőkárpit, padlószőnyeg lángállósága,
- minél kevesebb műanyag illetve egyéb gyúlékony alkatrész felhasználása.

A fentiekhez kapcsolódóan olyan technológia, amely csökkenti a tűz kialakulásának kockázatát:

- üzemanyagtank töltőcsonkjának visszacsapó szelepe, borulásbiztos szelepek,
- elektromos üzemanyag-szivattyúk kikapcsolási mechanizmusa,
- visszaáramlás-mentes üzemanyag-ellátó rendszer,
- ütközésérzékelő akkumulátor-elzáró mechanizmus.

A tűz utastérbe való terjedésének késleltetése

Amennyiben a gépjármű motortere kigyulladt, a tűz többnyire két kritikus helyen szokott áttérjedni az utastérbe: a tűzfalon és a szélvédőn keresztül.

Ha a motorháztetőn nem tud áttörni a tűz, akkor várhatóan a tűzfalon keresztül fog behatolni az utastérbe. Minél több a rés a tűzfalon (pl. fűtő- és légkondicionáló rendszer számára kialakított nyílás), annál könnyebben tud rajta keresztül terjedni a tűz, mivel a nyílásokban elhelyezkedő alkatrészek, illetve a hozzájuk csatlakozó csövek, vezetékek többnyire gyúlékonyabbak, mint maga a tűzfal.



Tűzfal sok, illetve kevés réssel

A motortérben kialakuló tűz esetén a tűzfal, a motorháztető és a motorház kialakítása és anyaga nagyban befolyásolja a tűz terjedését a szélvédőre, onnan pedig nagy esély van arra, hogy a betört szélvédőn keresztül a tűz bejut az utastérbe. Sajnos a motorház korábban fémből kialakított részeit a gyártók az utóbbi időben gyúlékony műanyaggal helyettesítik, ami növeli a tűz áttérjedésének valószínűségét és gyorsaságát a szélvédőre, illetve ezáltal az utastérbe.

Beépített tűzoltórendszer

A gépjárművek beépített tűzoltórendszereinek fejlesztése során a legnagyobb kihívást az jelenti, hogy nehéz meghatározni, hogy mik legyenek a tűzoltórendszerrel szemben támasztott követelmények, milyen legyen a határfoka. Az erre vonatkozó kutatások során megfogalmazott főbb problémák az alábbiak:

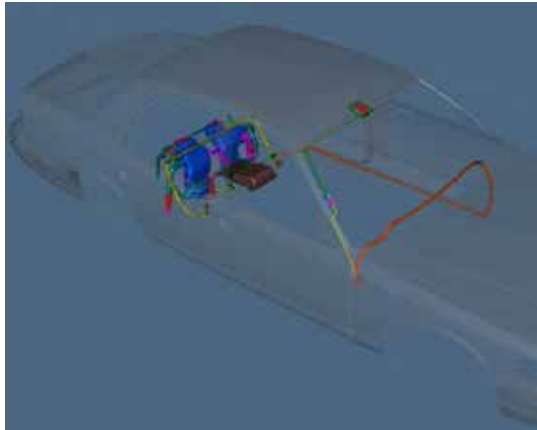
- Az ütközés után kialakuló tűz különbözik a sértetlen gépjárműben kialakuló tüztől, mivel az ütközés során a gépkocsi alkatrészeinek elhelyezkedése az ütközés következtében előre meg nem határozható módon változhat.
- Egy ütközés után a gépjármű végső elhelyezkedése, iránya befolyásolhatja a gyulladást, illetve a tűz terjedési sebességét, ezáltal pedig a beépített tűzoltórendszerrel szemben támasztott követelményeket.
- A motortérben keletkező tűz részben nyitott térben történik, amely oltóanyag-veszteséget, ezáltal hatásfokcsökkenést eredményezhet.
- Az ütközés és a tűz kialakulása között eltelt időtartam változó lehet.
- Előfordulhat, hogy az összes oltóanyag elhasználása után a tűz újra kigyullad, ha a tűz forrása megmarad.
- A környezeti tényezők, mint például a hőmérséklet, a szél, illetve az út lejtése befolyásolhatja a tűzoltórendszer teljesítményét.

A beépített tűzoltórendszereket elsősorban a katonai nehézgépjárművek számára fejlesztették ki, a Ford eddig az egyetlen olyan autógyártó, akinek sikerült piacra dobni személyautóba épített tűzoltórendszert. A 2005-ös modell óta a Ford Crown Victoria elnevezésű rendőrautókba opcionálisan választható kiegészítő egy olyan tűzoltórendszer, ami egy hátról érkező erőteljes ütközést érzékelve automatikusan bekapcsol (a rendőrautóknál a többi

autóhoz viszonyítva gyakoribbak az ilyen ütközések, pl. autópályán a leállósávban parkoló rendőrautók esetében történik ilyen jellegű baleset).

A rendszer az alábbi elemekből áll össze:

- Két rozsdamentes tartály, ami tartalmazza az oltóanyagot és a gázgenerátort.
- Két elosztócső, egyenként két fűvókával, amelyek az oltóanyagot szétfűjják a földre.
- Egy további elosztócső két fűvókával, ami az oltóanyagot felfelé és a karosszériára löveli.
- A hátsó ülés alatt lévő elektronikus vezérlőegység, ami tartalmazza a két ütközésérzékelőt, az adatokat feldolgozó fedélzeti számítógépet és egy nagyméretű elektromos kondenzátort, amely ellátja a rendszert árammal, ha az ütközés során a gépjármű áramellátás nélkül marad.
- A vezérlőegységet és a gázgenerátort két, egymást helyettesítő páncélozott kábelköteg köti össze, így ha az egyik megsérül, a másikkal működtethető a rendszer.
- A rendszer kézi kapcsolója, amely a két napellenző között helyezkedik el.



A Ford Crown Victoria rendőrautók beépített tűzoltórendszerének elemei

A gépkocsiban elhelyezett ütközésérzékelők és nagysebességű elektromos processzorok jelzik a rendszernek, hogy működésbe kell lépnie, azonban a tűzoltás nem kezdődik meg azonnal. A rendszert úgy fejlesztették ki, hogy a tűzoltás csak akkor kezdődik meg, ha az ABS kerékszenzorok jelzik, hogy a gépjármű már lelassult. Amennyiben a szenzorok a nagy erejű becsapódástól esetleg megsérülnek, az ütközést követő 6 másodperc elteltével automatikusan megkezdődik a tűzoltás.

Az oltóanyagok folyékony állapotban vannak a tartályokban. Amikor a rendszer jelzi, hogy az oltás megkezdődhet, a két gázgenerátor a légszakokhoz hasonló magas nyomású gázt állít elő, ami által az oltóanyag és a felületaktív anyagok a rendszer vezetékein, illetve fűvókáin keresztül kilövellnek és eloltják a tüzet. A felületaktív anyagok csökkentik a felületi feszültséget, így a folyékony oltóanyag gyorsabban tud terjedni.

A Ford által kifejlesztett rendszer egyelőre csak a hátulról érkező erőteljes ütközéssel járó balesetek esetén nyújt segítséget a tűz eloltásban (és természetesen az ilyen ütközések során sem mindig tökéletes az oltási tevékenysége), a technológia még elég kezdetleges fázisban van ahhoz, hogy a gépjárművekben bárhol keletkező tüzek teljeskörű oltásáról beszélhessünk.^[21]

Mit tehet a gépjármű-tulajdonos?

Ahogy már korábban írtam, a rendszeres és szakszerű felülvizsgálat, karbantartás hiánya az egyik fő oka a gépkocsik kigyulladásának, így a megelőzés legfontosabb eleme, hogy erre odafigyeljünk. Ha bármilyen berendezést utólag kívánunk beépíteni, lehetőleg gyári alkatrészeket használjunk, és a munkát csak az adott gépkocsitípust jól ismerő szerelőre bizzuk. „Tuningolás” esetében különös figyelmet kell fordítani a szakszerű szerelésre, mivel a gyári rendszerek tervezési értékét meghaladó teljesítménynövelés hatására keletkező többféle, illetve nyomásnövekedés könnyen tüzet okozhat.

A tűz megelőzése érdekében a rendszeres, szakszerű szervizelés mellett érdemes figyelmet fordítanunk gépjárművünk mindennapi használata során az alábbiakra:

- Rendszeres időközönként ellenőrizzük a motortérben az üzemanyagellátó-rendszer csővezetékeit, hogy időbe észrevegyük az esetleges repedéseket, lazulásokat. A rendszeres ellenőrzés különösen a régebbi gyártású gépjárművek esetében fontos, mivel ezek csővezetékeinek az anyaga kevésbé tudnak ellenállni a manapság etalonnal vegyített benzinnel.
- Tartsuk tisztán a motorteret, mivel a gyúlékony kenőolajjal szennyezett motortérben nagyobb eséllyel keletkezik, illetve terjed a tűz, továbbá a tiszta motortér megkönnyíti a csővezetékek ellenőrzését.
- Lehetőleg az utastérben ne tároljunk szemetet, különösen gyúlékony anyagokat, mivel a szemétre eső égő cigaretta esetén tűz keletkezhet. A tűző napon a műszerfalon, illetve kalaptartón hagyott gázöngyújtó vagy aerosol spray fokozottan tűzveszélyes, hő hatására képes felrobbanni.
- Szerezzünk be egy kézi tűzoltó-készüléket, és szereljük fel az utastérbe a vezetőüléstől könnyen elérhető helyre.
- Végül, de nem utolsósorban: vezessünk óvatosan, a közlekedési szabályok betartásával. Mivel számos, gépjárművel kapcsolatos tüzeset ütközés következtében alakul ki, igyekezzünk elkerülni a baleseteket.

2. Autóbuszok tüzeinek vizsgálata

Az 1980-as évek elején a KGST felvette közlekedésbiztonsági témái közé az autóbuszok tüzeseteinek elemzését, a tűz bekövetkezési valószínűségének csökkentésére irányuló kutatásokat és tűz esetén az autóbuszból való menekülés lehetőségeinek vizsgálatát. A nemzetközi autóiipari együttműködés keretében az akkori Ipari Minisztérium megbízta az AUTÓKUT-at (akkor Autóiipari Kutató és Fejlesztő Vállalatot), hogy dolgozzon ki javaslatokat az autóbuszok tűzbiztonságának növelésére. Hogy mennyire aktuális volt a téma, azt napjaink autóbusz tüzesetei is bizonyítják.

Általánosan elfogadott tény, hogy a közlekedési eszközök között az autóbusz a legbiztonságosabb. Ugyanakkor a gépjárműtüzek az összes közúti balesetnek csupán 0,5 %-át teszik ki. Ezzel szemben áll viszont az a tény, hogy gépjárműtüzek esetén átlagosan az utasok mintegy 12 %-a hal meg; ez az érték több, mint tízszerese a balesetek 1,1 %-os elhalálozási értékének. Ha ehhez még hozzávesszük azt is, hogy egy járműtűz tömegszerencsétlenséggel is járhat, nem kell a tűzbiztonság kérdésének fontosságát tovább részletezni.



IK-435 típusú autóbusz

Tűz keletkezési okok

Figyelemre méltó tény, hogy a gépjárművek kigyulladásának többségét nem közlekedési balesetek váltják ki. A tüzek keletkezésének okai tehát másutt keresendők. Felmeréseink szerint az autóbusztüzek alapvetően konstrukciós okokra, illetve üzemeltetési és karbantartási hibákra vezethetők vissza. Összevetve több külföldi forrás adatait a magyarországi felmérésekkel a jellemző tüzokokat és befolyásoló tényezőket a következőkben foglalhatjuk össze.

Elsődleges okok:

- a *fűtőkészülék megbízhatatlan működése vagy meghibásodása* a fűtőberendezés valamelyik elemének tömítetlensége, a tömítések előregedése, az egyes elemek repedése, törése és az ezekből adódó tüzelőanyag szivárgás miatt;
- a *fűtőberendezés sérülése* ütközéssel balesetkor a berendezésnek a veszélyes, nem kellően védett zónában történő elhelyezése következtében;
- *elektromos zárlat* valamely kábelköteggben, amely miatt felizzik a kábel és meggyullad a szigetelése;



IK-435 típusú autóbusz megbontott önindítója

- a *tüzelőanyag-rendszer sérülése* miatt a csöpögő vagy kiömlő gázolaj a forró motortömbre, kipufogó rendszerre kerülve meggyullad;



- a *motoron, motortérben felgyülemelő üzemanyag* (gázolaj, motorolaj) a kipufogórendszerre jutva okoz gyulladást;

- *kipufogócsőtűz*, amely leggyakrabban a helytelenül beszabályozott, ezért erősen füstölő motorok esetén a kipufogó rendszerben összegyűlt és lerakódott korom meggyulladás miatt következik be;
- *gumiabroncs-tűz* a gumiabroncs túlmelegedése következtében jön létre, amelynek okai a gumiabroncsban lévő alacsony levegőnyomás, a gumiabroncs köpenye és belsője közötti dörzsölődés, összerágódás, a gyakori fékezés, tartós lejtmenet vagy rossz beállítás következtében előálló túlzott fékmelegedés.

Az elsődleges okok megszüntetése jelenti az aktív tűzbiztonsági intézkedéseket.

Másodlagos tényezők:

Feltétlenül szót kell ejteni a passzív tűzbiztonsági kérdésekről is. Ide sorolandók azok a másodlagos tényezők, amelyek egy már kialakult tűz veszélyességét, súlyosságát, lefolyását befolyásolják:

- *az utastér és berendezési burkolatának éghetősége*, itt elsődlegesen az ülésburkolatok, kárpitanyagok, sötétítő függönyök, az oldalfal, tető és padló burkolatai, a lámpatestek, műszerfal, műszerfal-tálca és egyéb műanyag szerelvények magas égési sebességére, illetve az égésük során keletkező különféle mérgező, egészségkárosító termékek kibocsátására kell gondolni;
- *a vészkijáratú ajtók, ablakok, búvónyílások helytelen kialakítása, nehézkes kezelése vagy hiánya*, amely lassítja, megnehezíti vagy éppen lehetetlenné teszi tűz esetén a menekülést, menekítést;
- *a vészkijáratú segédesszközök rossz kialakítása vagy hiánya*, ez az ablaktörő kalapácsok, tépőzsinórok, fogantyúk kérdéskörét érinti;
- *a menekülési utak hiánya, nem megfelelő kialakítása, lezárása* amiatt áll elő, hogy konstrukciósan nem gondoskodtak az ajtók, vészkijáratú nyílások megközelíthetőségéről, az utasfolyosót, lépcsőtereket különféle berendezési tárgyakkal (lehajtható ülésekkel, tűzoltó készülékkel, mentőládával) elzárják vagy üzemeltetési hibából fakadóan csomagokkal eltorlaszolják;
- *a tűzoltó készülékek nem megfelelő elhelyezése, működésképtelensége* részben konstrukciós, részben üzemeltetése, karbantartási hibák miatt;
- *a megfelelő utastájékoztató hiánya vagy helytelen kialakítása, rossz elhelyezése* miatt az utasok nem rendelkeznek kellő információval a menekülés lehetőségeiről, a veszély esetén szükséges teendőkről.

Tűzbiztonsági vizsgálatok

Az *AUTÓKUT* az IKARUS Karosszéria- és Járműgyárral, valamint a BM Tűzoltóság Országos Parancsnoksága Tűzvédelmi Kutató Intézetének bevonásával 1983-1984-ben széleskörű és átfogó vizsgálatokat végzett az autóbuszok tűzbiztonságával kapcsolatban, amelyek két fő részre voltak bonthatók:

- *égetési vizsgálatokra*, amelyek során azt vizsgáltuk, hogy mennyire éghető, gyúlékony anyagokból épül fel az autóbusz, illetve ezek égése során mekkora hőmérséklet lép fel, milyen jellegű és koncentrációjú mérgező gázok keletkeznek;
- *menekülési vizsgálatokra*, amelyektől azt a választ vártuk, hogy egy már bekövetkezett tűz esetén mennyi idő és milyen lehetőségek állnak rendelkezésre a menekülés, mentés céljából.

Égetési vizsgálatok

Az égetési vizsgálatok a következőkre terjedtek ki:

- az utastéri burkolóanyagok és berendezések anyagainak éghetőségi vizsgálatára;
- autóbusz részleges égetési vizsgálatára;
- autóbusz teljes égetési vizsgálatára.

Munkánkat nagymértékben megnehezítette, hogy a vizsgálati témára vonatkozóan nem álltak rendelkezésre szabványok, használható előírások, így esetenként - jobb híján - egyes más jellegű vagy határterületi (pl. építésügyi, vasúti stb.) szabványokat, rendeleteket próbáltunk alkalmazni. Az elvégzett vizsgálataink ezen előírások korlátozott alkalmazhatóságára vagy éppen használhatatlanságára, illetve kifejezetten autóbuszokra vonatkozó tűzbiztonsági előírások fontosságára és kidolgozásuk szükségességére is felhívták a figyelmet.

Az autóbusz belső anyagainak éghetőségi vizsgálatai

Az éghetőségi vizsgálatokat az ISO 3795-1976, illetve az MSZ-05 50.1516 jelzetű szabványok alapján végeztük el. A cél az egyes burkolóanyagok vízszintes szabad égési sebességének meghatározása volt. A vizsgálatokat az említett szabványok által meghatározott módon, égetőkamrában végeztük el.

A vizsgált nyolc anyag közül négy éghetetlennek, illetve önkioltnak bizonyult. A másik négy anyag vízszintes égési sebessége 0,3 és 2,0 mm/s közé esett. A vizsgálatok során megállapítottuk, hogy az utastéri burkolatoknak és a berendezések burkolatainak kb. 55%-át teszik ki gyúlékony anyagok. Ez tűzbiztonsági szempontból igen kedvezőtlen. A jövőre vonatkozó konstrukciós teendő: nagymértékben csökkenteni kell a könnyen gyulladó, jól égő, a főtt, maró füstöt, toxikus gázokat termelő burkolati anyagok arányát és mennyiségét. folytattuk le.

Autóbusz részleges égetési vizsgálatai

A részleges égetések során azt kívántuk tanulmányozni, hogy kisebb, helyi tüzek előidézésével mennyi idő alatt erősödik fel annyira a láng, hogy a környező részek is meggyulladnak, és beavatkozás nélkül az autóbusz teljes leégése biztosnak látszik. Az égetési vizsgálatokkal együtt különböző eljárásokkal (porral oltó készülékkel, habágyúval, vízszugárral) történő oltási kísérleteket is végeztünk. A vizsgálatokról termovíziós felvételek is készültek, amelyek felhívták a figyelmet a karosszéria tömítetlenségének veszélyeire is.

Motortéri tűz

A motortéri tűz előidézése során kb. egy perc elteltével jelent meg a füst az utastérben, majd két perc után kicsapott a láng a lezárt motortéri ajtó mögül. Ezután felerősödött a tűz, amely beborította az autóbusz hátsó részét. Kb. 5 perc elteltével az egész utastér átlátszatlaná vált a füsttől. Az oltást poroltóval végeztük: néhány másodperces, jól irányzott porsugár eloltotta a tüzet. A vizsgálatból megállapítható volt, hogy az utastér - farmotoros autóbusz esetén - az intenzív motortéri tűz hatására sem fogott tüzet. Ez a tűzkezelési forma az utasok szempontjából kevésbé veszélyes.

Műszerfali tűz

Az autóbusz műszerfalán okozott tűz sokkal veszélyesebbnek bizonyult. A meggyújtás után a tűz másodpercek alatt beborította az egész vezetőteret.

A műszerfalat, a kormánykereket és az üléseket borító műanyag burkolatok pillanatok alatt lángra kaptak és a tűz gyorsan átterjedt az utastérre is. Az 50. másodpercben (!) kirobbant a szélvédő, két és fél perc múlva pedig már az egész autóbusz lángolt. Ekkor kezdődött meg az habbal történő oltás, amely kb. fél perc elteltével járt eredménnyel.

Autóbusz teljes égetési vizsgálata

Az autóbusz meggyújtása a fűtőberendezés lezárt ládaterében történt piropatronnal. A vizsgálat során az utastér 15 pontján mértük az utastéri levegő hőmérsékletének, CO (szénmonoxid), HCN (hidrogén-cianid) és HCl (sósavgáz) tartalmának alakulását. A meggyújtást követően viszonylag hosszú idő, 4-5 perc telt el az észlelhetőségig. Ez alatt az utastérben sem füstöt, sem hőmérsékletemelkedést nem tapasztaltunk. A tűz csak akkor vált intenzívvé, amikor a 7. percben - a valós helyzetet szimulálva - kinyitottuk a ládátér-ajtót. Az utastérben a láng csak kb. a 16. percben, az egyik oldalablak kirobbanása után jelent meg, majd igen gyorsan tovaterjedt, hatalmas fekete füstoszlopot emelve. Az átforrósodott tüzelőanyag-tartályból tűzijátékszerűen fröcskölt ki az égő gázolaj. Az oltás egy órával az autóbusz meggyújtása után kezdődött meg. Az égés során az autóbuszban az acélvázon kívül gyakorlatilag minden megsemmisült, még az alumínium szerelvények is szétfolytak.

A különböző hőmérsékletváltozásokat, a levegőben megjelenő égéstermék összetevőket mérve és ábrázolva számos olyan megállapításhoz juthatunk, amelyek igen fontosak mind az elemzés, mind a későbbi tervezések során. A diagramok segítségével kijelölhető például az az időtartomány, amely a menekülés céljából rendelkezésre áll: ez mindössze kb. 3-4 perc!

A fentiekben említett régi problémák egyben a mai kor problémái, hiszen a gépjárműparkok egyre öregebbek, valamint gazdasági okok miatt egyre kevesebb jut a megfelelő karbantartásra. Mindezek ellensúlyozására az ENSZ Európai Gazdasági Bizottság (ECE) Belső Szállítási Bizottság (ITC) Gépjármű Előírásokat Összehangoló Világforum (WP.29) keretében működő ÁLTALÁNOS BIZTONSÁGI SZAKÉRTŐI CSOPORT (GRSG) évente üléseket tart, amely keretein belül a buszok tűzbiztonsága is napirenden van.

Többek között az anyagok éghetőségére, a tűz terjedésére és szóródására, valamint a füst és gázképződésre koncentrálnak.

Túlnyomó többségében az abroncs és féktüzek dominálnak. Ezek főleg karbantartási problémára vezethetők vissza, valamint egy kiterjedt tüzet már nem lehet a buszon lévő tűzoltó készülékkel eloltani.

Sok esetben fordulnak elő motortéri tüzek, ahol egy automatikus tűzoltó rendszer kifejlesztése hatékony megoldás lenne.

A tűzbiztonság növelésének lehetőségei

Az előző pontokban leírt elemzések alapján javaslatok tehetők arra nézve, milyen aktív és passzív intézkedésekkel (konstrukciós, üzemeltetés, karbantartási előírásokkal) fokozható az autóbuszok tűzbiztonsága.

Mint látható, az autóbuszok tűzbiztonsága összetett, komplex feladat, nem szűkíthető le kizárólag tervezési, anyagmegválasztási, technológiai, gyártási, üzemeltetési vagy karbantartási kérdésekre, sőt szorosan összefügg az egyéb balesetbiztonsági kérdések (ütközés, borulás, biztonsági üvegek stb.) vizsgálatával és azok megoldásával. A tűzbiztonság hatósági kérdés is. A hatóságok feladata a szigorú, mindannyiunk életét védő előírások, rendeletek megalkotása és betartatása.

3. Egyéb (kötött pályás-, vízi-, légi) járművek tüzeinek vizsgálata

Az alábbiakban, a teljesség igénye nélkül számba vesszük néhány speciális jármű (pl. metró, hajó, repülő stb.) leggyakoribb tűzkeletkezési okait, a járművek néhány releváns jellemzőjét, illetve a tűz terjedését befolyásoló körülményt.

Vasúti járművek tüzei

A gőzmozdonyok:

A gőzmozdonyok száma a MÁV vontatás korszerűsítési programja következtében az utóbbi években jelentősen csökkent. A gőzmozdonyok okozta tűz keletkezési okai leggyakrabban a szikraszórás, hamuladából kihulló parázs, a tűzpiszkáló vasra égett izzó salak kidobása, a gép izzó szerkezeti elemei lehetnek.

A Diesel-vontatójárművek tűzvesélyesség szempontjából kedvezőtlenek, ha az alábbi körülményeket is figyelembe vesszük:

- a vonatok sebessége növekedik
- a korszerű vontatójárművek nagy vonóerő kifejtésére képesek, ezért lehet például egy befékezés okozta tűz
- csökkent a pályafelügyeleti dolgozók száma, ezért a közlekedő vonatok megfigyelése kevesebb helyen történik
- csökkent a vontatójárművek felügyelete is.

Diesel-mozdonyoknál adott tűz összes feltétele:

- Éghető anyagok közül szerkezeti, ill. hajtóanyagként jelentős mennyiségű fa, festék, habgumi, bőr, vászon, zsír, gumi, gázolaj, kenőolaj.
- A gyulladási hőmérséklet adott a Diesel-motor üzemből. Mintegy 600 °C-os hőmérsékletű kipufogógáz keletkezik, amit el kell vezetni.

További probléma a súrlódó felületek káros felmelegedése a villamos berendezések és készülékek meghibásodásai. A Diesel-vontatójárműveken keletkező tüzek és a tűzkár szempontjából igen lényeges a tűz terjedésének lehetősége.

A tűzterjedést alapvetően meghatározzák: az éghető anyag tulajdonságai és mennyisége, a gázcseré feltételei, a hőtadás feltételei és formái, az esetleges robbanások, az időjárási körülmények, a jármű szerkezeti kialakítása, a tűz keletkezésétől eltelt idő.

A villamos mozdonyok tűz keletkezésének okai leggyakrabban:

- laza kötés
- helytelenül működő kapcsoló
- hibás védelem
- tisztátalanság
- rossz konstrukció

A mozdonyokon keletkezett tüzek során a szigetelt vezetéseken lévő szigetelő anyagok, továbbá a burkolatok festékrétege gyullad meg és terjeszti a tüzet. Ehhez járul még, hogy a mozdonyból kiáramló füst hátrafelé távozik és a mozdonyvezető, rendszerint későn veszi észre a keletkezett tüzet.

A vontatott járműveknek két nagy csoportja van:

- személyszállító kocsik
- teherkocsik

Személyszállító kocsik:

A tűz keletkezését és terjedését lényegesen meghatározzák a különböző elektromos berendezések, vezetékek, valamint a fűtő-, szellőző berendezések. Gyakori keletkezési ok a gyermeki tevékenység vagy vandalizmus miatti szándékos tüzokozás.



Egy vonatszerelvény kiégett vagonja

A vasúti teherkocsik:

A tüzek okai a vasúti teherkocsikon a leggyakrabban a következők: gyújtogatás, öngyulladás, robbanás, elektromos áram, sugárzó hő, súrlódás, mozdony, szikra, dohányzás, nyílt láng.

A vasúti teherkocsi és a rakomány együttes jelenlétét feltételezzük. A tűz terjedését a következők határozzák meg: az éghető anyag fizikai-kémiai tulajdonságai és mennyisége, a gázcseré feltételei, a hőtadás formái, az esetleges robbanás, az időjárási- és terepviszonyok, a jármű szerkezeti kialakítása, a tűz keletkezésének ideje.

A metró területén keletkezett tüzek

Metrószerelvények és létesítmények üzemeltetésénél lehetséges tűzkeletkezési lehetőségek a következők lehetnek:

A járművek esetén:

- Az indítás által előidézett gyújtóforrások
- A vezetősín túláram alá kerül és a kontrolé kapcsoló működtetése során a betáplál oldal hibája miatt a motorikus részek súlyosan sérülnek.
- A szerelvény áramfelvételi rendszere meghibásodik.

- A motorikus részek relévédelme meghibásodik.
- A fékrendszer meghibásodik, és ennek következményeként hőfutás, szikrázás, ill. káros felmelegedés jön létre.
- Az elektromos berendezések tüzet okozó jelenségeinek keletkezési okai:
 - túlterhelés
 - rövidzárlat
 - nagy átmeneti ellenállás
 - szikrázás, ívjelenség
- Idegenkezű, szándékos tűzokozás, gyújtogatás.
- Az üzemserű és hibaelhárítás során végzett szabálytalan munkavégzés. A szabálytalan elektromos javítás, szerelés során. A nyílt lánggal járó tevékenységeknél.
- Dohányzás. Az utazóközönség által használt (engedélyezett és tiltott helyen) történő dohányzás. A munkatereken, műhelyekben történő dohányzás.

A tűz terjedése a metró üzemterületén:

- Álló szerelvényben a tűz a tárolóállomáson
A tárolóállomásokon a nem mozgó szerelvényekben a tűz keletkezésének lehetősége aránylag csekély.
- Mozgó szerelvényben tűz a tároló területen.
A szerelvények ki-be állása során műszaki meghibásodásból keletkezhet tűz.
- Tűz az alagútban álló szerelvényben.
Az üzemserű használat során a szerelvények nem tartózkodnak (állanak) alagúti szakaszon. A szerelvényben vagy a pályatesten bekövetkezhet azonban olyan súlyos hibásodás, amely leállást és tüzet okozhat.
A feltételezett esetben meghatározó tényezők az állomásoktól való távolság, a szállított személyek száma, a pálya lejtviszonyai.
- Tűz az alagútban mozgó szerelvényben:
Az alagútban mozgó szerelvény előtt torló nyomással terhelt, mögötte részben légritkított tér keletkezik. A mozgás következtében a kocsik légöblítése megoldott, így egy belső téren keletkezett tűz esetén intenzív levegő-ellátással kell számolni.



Egy kiégett motorkocsi

- Tűz az állomáson tartózkodó szerelvényben:
Az állomáson forgalmi okból (be-kiszállás) tartózkodó személyek statikus állapotban vannak, ilyenkor a tűz keletkezésének lehetősége nem zárható ki.

Vízi járművek tüzei

Tűzvédelmi szempontból fontos, a hajózásban használt szakkifejezések és elnevezések a következők:

- vízi jármű az a jármű, amely víziközlekedésre, szállításra, ill. tolásra és vontatásra szolgál.
- úszómunkagép az, amely vízen, munka végzésére szolgál.
- úszómű az, amely a vízi közlekedés, szállítás, vontatás, tolás és egyéb munkavégzésre szolgál.
- tengeri hajó az olyan vízijármű, amely felépítésénél, berendezésénél fogva tengeren közlekedik.
- belvízi hajó az olyan vízi jármű, amely kialakításánál fogva belvízen közlekedik.
- belvízi nagyhajó az olyan belvízi hajó, melynek a hajótesten mért hossza 15 m-t, szélessége a 3 m-t meghaladja vagy a vízkiszorítása (hordképessége) 15 tonnánál kisebb.

A vízi jármű, úszómunkagép és úszómű és egyéb vízi eszközöket közös néven: hajó megjelöléssel használjuk.

A tűzterjedés szabályai, sajátosságai

Miután a hajók általában több szintűek és az alsóbb részek megfelelő szellőztetéséről is gondoskodni kell, ezért sok szellőző kürtöt építenek be. A hajó minden helyiségéből vagy önálló, vagy egy-egy részről közös szellőzőcsatorna vezet ki, ami a tűz terjedésének ideális körülményeket biztosít.



A feltételezés szerint a Kecskemét nevű tolóhajó felújítási munkálatok során kigyulladt a Csepel szigeten (FTP- Tűzoltási gyakorlat, 2001.)

A régi hajótípusoknál a fedélzeteket elválasztó födémek fából, míg a modern építésűeknél ez az elválasztás már fémből készült. A tűz terjedése mindkét esetben rendkívül gyors, de a faszervezetű fedélzetközöknél még a leszakadás veszélye is fennáll. A fémből készült elválasztások viszont rendkívül jól vezetik a hőt. A tűz fejlődését nagymértékben befolyásolja az is, hogy a hajón milyen anyagot szállítanak, és milyen módon történt annak elhelyezése (zsákokban, ömlesztve, ládázva stb.).

A tűz terjedését elősegíti az, hogy hajó égése esetén nagymennyiségű hő szabadul fel, ami általában megreked a hajótérben és a többi helyiségben. Jelentős tehát a képződő hőkoncentráció.

A légi közlekedésben résztvevő járművek tüzei

A repülőgépek szerkezetük, felépítésük anyagát a fémek használata jellemzi. Ezen belül meghatározó a könnyűfémek alkalmazása, titán ötvözet erősítéssel.

Meghajtó erőforrások többnyire ma már sugárhajtómű.

A hajtóművek biztonság érdekében el vannak látva külső- és belső tűzoltórendszerrel, valamint rezgésmérővel.

A repülőgépek felhasználása történhet polgári és katonai célra. Számunkra elsősorban a polgári rendeltetésű gépek vizsgálata szükséges, amelyek utas- és áruszállítási feladatokat látnak el.

Az utas- és szolgálati helyiségek kondicionáltak, mesterséges klíma van biztosítva, amely azonos feltételeket biztosít bármely repülési magasságon.

Repülőgépnél az egyik komoly veszélyforrás az üzemanyag veszélye, amit nagy mennyisége még fokoz. Az üzemanyag keszontartályokban van elhelyezve, amelyek rendszerint a szárnyak belső felében találhatók. A tartály falai a szárny szerkezeti részeit képezik.



Egy Chessna típusú kisrepülőgép tüzének vizsgálata

Minden hajtómű önálló olajrendszerrel van ellátva. Általában 20-50 liter olaj a tartályok befogadóképessége, amelyek a gondola belső-alsó részén találhatók. Repülőgépeken rendszerint több tűzoltórendszer van telepítve. Ezek a hajtóműnél, a gondolában, az utastérben, a kabinokban és a futóműveknél kerülnek elhelyezésre.

A leggyakoribb események, amelyek tűzkeletkezési lehetőséget jelentenek:

- üzemanyag-feltöltés és leszívás
- hajtóműindításnál üzemanyag-túlfolyás, az indítási sorrend be nem tartása
- futómű tűz
- kényszerleszállás előrejelzéssel
- kényszerleszállás előrejelzés nélkül
- leszállás után előforduló események.

Cessna 172-es típusú kisrepülőgép tűzvédelmi szempontból releváns általános leírása:

Jellemző adatok

Motor (Engine)

Motorok száma.....	1
Gyártó cég.....	Textron Lycoming
Motor modell szám.....	IO-360-L2A
Motor típus:	Normál levegősbeszívású, közvetlen hajtású, léghűtéses, fekvő boxer elrendezésű, befecskendezős, négyhengeres motor 360 cubic inch (5900 cm ³) hengertérfogattal.

Teljesítmény.....180 BHP (132,8 kW) 2700 RPM-en

Tüzelőanyag (Fuel)

Engedélyezett benzin típusok:

- 100LL fokozatú repülőbenzin (kék színű, 100-as oktán számú)
- 100 fokozatú repülőbenzin (zöld színű, 100-as oktán számú)

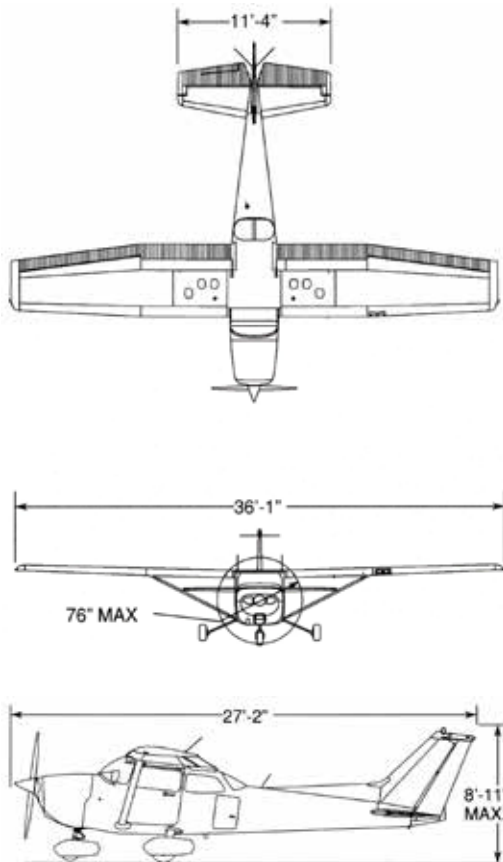
A tartályok befogadó képessége

- A két tartály teljes befogadó képessége 56,0 USG (212 liter)
- Kifogyasztható benzin mennyiség.....53,0 USG (200,6 liter)
- Egy tartály úrtartalma.....28 USG (106 liter)
- Egy tartály kifogyasztható.....26,5 USG (100,3 liter)

Motorolaj (Oil)

A motor MIL-L-6082 vagy SAE J1966 repülési fokozatú ásványolajjal volt feltöltve. Amikor a gyárból kikerült a motor ezt az olajtípust kell használni az első 25 órában. Az első 25 óra után ezt az olajt le kell engedni, és a szűrőt kicserélni. A motort ismét MIL-L-6082 vagy SAE J1966 olajjal kell feltölteni és továbbra is, ezt kell használni az első 50 üzemóra végéig, vagy az olajfogyasztás stabilizálódásáig.

Ezután a Textron Lycoming Service Instruction No. 1014 utolsó kiadásának megfelelő MIL-L-22851 vagy SAE J1899 repülési fokozatú üledékmentes olajat kell használni az első 50 üzemóra után, vagy az olajfogyasztás stabilizálódását követően.



A Cessna repülőgép nézetei: felül nézet, szemből nézet, oldal nézet

Repülőgép sárkányszerkezet (Airframe)

A repülőgép jellemzői: teljesen fémépítésű, négyüléses, felsőszárnyas, egymotoros, nem behúzható tricikli elrendezésű futómű, általános felhasználásra és kiképzési feladatokra tervezve.

A törzsszerkezet hagyományos kialakítású: síklemezből sajtolt válaszfalak (törzskeretek), hosszmerítők és alumíniumlemez borítás, röviden fél héjszerkezet. Főbb szerkezeti egységek: mellső és hátsó főtartós szárnyközép szerkezet a felszárnyak csatlakoztatására, válaszfal és kovácsolt csomópontok a főfutó csatlakoztatására a hátsó ajtóoszlopoknál, törzskeret illesztő csomópontokkal a mellső ajtóoszlopoknál a szárnymerítők dúcok alsó végének bekötésére. A motorfüggesztést acélcső váz biztosítja, amelyek szintén a mellső ajtóoszlopokhoz, törzskerethez van csatlakoztatva, és a tűzfalig nyúlik.

A külsőmerevítésű felszárnyak foglalják magukba az integrált benzintartályokat. Szerkezeti jellemzőik: mellső és hátsó főtartók, síklemezből sajtolt bordák, hosszmerítők és csatlakozó pontok. A teljes szerkezetnek alumíniumlemez borítása van. A mellső főtartókon vannak kialakítva a szárnybekötés és a merevítő dúcok bekötési csomópontjai. A hátsó főtartók bekötési pontjai is a felszárnyak szárnytőhöz kötését biztosítják. A felszárnyak kilépő éléhez csatlakoznak hagyományos csuklós forgásponttal a csűrőlapok és az egyszerű-réselt fékszárny. A csűrőlapok fő szerkezeti eleme a mellső főtartó (itt vannak a kiegyenlítő ellensúlyok) és az élben egyesülő alsó és felső „V” kialakítású bordákkal erősített alumíniumborítás, kis súly mellett is kellő szilárdságot biztosítva a kormánylapoknak. A fékszárny szerkezeti kialakítása alapvetően hasonlít a csűrőkéhez az ellensúlyok kivételével, ezen kívül síklemezből formázott belépőél szekciójuk is van.

A farokrész hagyományos kialakítású: függőleges vezérsíkból, oldalkormányból, vízszintes vezérsíkból, magassági kormányból áll.

A függőleges vezérsík egy-főtartós, síklemezből formázott, megerősített bordákkal, burkolt héjszerkezetű, formázott belépőél borítással és törzshöz csatlakozó merevítő gerinccel. Oldalkormány szerkezeti kialakítása: lemezből alakított belépőél borítás és mellső főtartó, megerősített bordák, csatlakozó forgáspontok, középső főtartó, borítás, a kilépő élben csak földön szabályozható trimlap.

Vízszintes vezérsík szerkeze: mellső és hátsó főtartó, bordák és merevítő betétek, hullámosított borítás panelek, sajtolt belépőél borítás. Benne van elhelyezve a magassági trimlap mozgató mechanizmusa is.

A magassági kormánylap szerkezeti kialakítása: lemezből formázott belépőél borítás, mellső főtartó, hátsó csatorna, bordák, összekötő nyomatékcső és himba, kilépő élben egyesülő „V” merevítésű alsó-felső lemez. A jobboldali rész szerkezete csak annyiban tér el, hogy kiváltás van rajta a magassági trimlap csatlakoztatáshoz. A végeken, a belépőél túlnyúló részében vannak a kiegyenlítő súlyok elhelyezve, egyben aerodinamikai kiegyenlítést is biztosítva. A magassági trimlap egy főtartóból, bordákból, alsó-felső kettős „V” kialakítású, merevített borításból áll.

Ülések (Seats)

A pilóta és a másodpilóta (jobboldali első utas) részére két különálló és egyforma, állítható ülés van biztosítva. A hátsó kétszemélyes utas ülés egy darabból áll, állítható háttámlával. Az első két ülés előre-hátra és függőlegesen le-fel állítható. A hátsó támla is dönthető.

Az előre-hátra beállítást az üléskeret alsó-középső részén található karral lehet végezni. Állításhoz a kart fel kell húzni, megfelelő helyzetbe kell a széket állítani, majd a kart elengedni és ellenőrizni a rögzített helyzetet. Az ülés magasságát az ülés jobb sarkán található tekerő karral lehet beszabályozni. A háttámla döntéséhez oldani kell az ülés első-középső részénél az ülés alján található gombot, a megfelelő helyre állítani a támlát, majd a gombot elengedni. Ha az ülés nincs elfoglalva, a kioldó gomb meghúzására az ülés automatikusan előre dől.

A hátsó utas ülés egy darabból álló fix üléspárnából és 3 helyzetbe állítható háttámlából áll. A hátradöntés az üléskeret alsó-középső részén található karral szabályozható. A háttámla szabályozásához a kart fel kell húzni, megfelelő helyzetbe állítani a támlát, majd a kart elengedni.

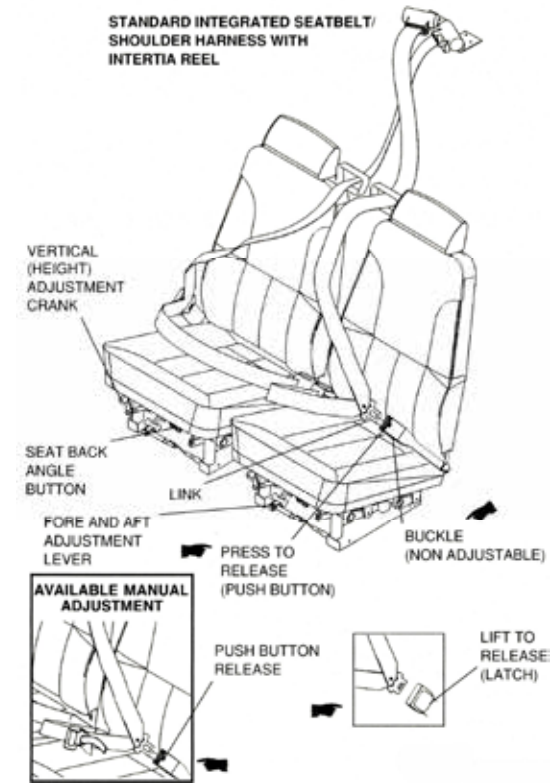
Fejtámlák találhatóak mind az első, mind a hátsó üléseknél. A kívánt magasság a fejtámla felhúzásával vagy betolásával szabályozható.

Valamennyi ülés kombinált has/váll hevederrel van felszerelve. A szerkezet része egy felső inercia orsó a vállheveder rögzítésére és visszahúzó egység az övrész feszességének szabályozására. Ez a kialakítás biztosítja a felső testrészt teljes mozgásszabadságát, ugyanakkor megfelelő visszatartást is biztosít az övnél és vállnál. Hirtelen lassulás esetén az inercia orsók rögzítenek és megakadályozzák a személy előre esését.

Az első ülések inercia orsói középen, a kabin felső részén vannak rögzítve, a hátsó üléseké a kabin két oldalán felül található.

A kombinált has/váll heveder használatához egyik kézzel meg kell markolni a zárat, a másik kézzel, pedig a becsatoló rész határozott mozdulattal betolni a zárba. A pozitív rögzítést jól hallható kattanás jelzi. Az ábrán a kezelőszervek jól láthatók.

A helyes bekötésről mindig meg kell bizonyosodni. Ez akkor helyes, ha a visszahúzó szerkezet a bekötő heveder övmagasságban van, kényelmes ülést biztosít a repülés folyamán. Ehhez a visszahúzó mechanizmusból hevedert nem több mint 25-30 mm-re húzhatja vissza a megfelelő feszesség biztosításához. Ha még további 25-30 mm-t kell kihúzni a visszahúzó mechanizmusból, azt jelzi, hogy az ülést elfoglaló személy túlságosan kicsi az alkalmazott visszatartó rendszerhez. Addig nem lehet felszállni, amíg a megfelelő szilárdságú és visszatartást biztosító bekötés nincs garantálva (párnával biztosítható).



A Cessna repülőgép ülései

Motor (Engine)

A repülőgép fekvő elrendezésű, négy szemben hengeres (boxer), felülvezérelt, léghűtéses, benzinbefecskendezéses, olajteknős kenőrendszerű motorral van felszerelve. A motor típusa Lycoming Model IO-360-L2A, teljesítménye 180 BHP (132,8 kW) 2700 RPM értéken. A motorra a következő fontosabb segédberendezések vannak szerelve:

- indítómotor (a motor mellső részén)
- ékszíjhajtású alternátor (váltóáramú, egyenirányítóval)
- kettős gyújtómágnes
- kettős vákuumszivattyú
- teljes átfolyású olajsűrű a motor hátsó segédberendezés megható egységre szerelve

Motorvezérlés (Engine control)

A motorteljesítmény a gázkarral (throttle), pontosabban gáz tolórúddal van vezérelve. A gázkar a műszerfal alsó részén, a középső konzol fölött található. A teljesen betölt helyzet a teljes gáz (maximális teljesítmény), a teljesen kihúzott helyzet az alapgáz, vagy üresjárat teljesítmény. A gázkar súrlódásos rögzítője egy recézett gyűrű a gáztolórúd vezető perselyén, ami jobbra (órmutató járásának irányába) forgatva növeli a súrlódást, ellenkező irányban, pedig csökkenti.

A keverékszabályzó (MIXTURE CONTROL) a gázkartól közvetlenül jobbra található, piros színű jellegzetes gomb, végén rögzítő nyomógommbal. Teljesen betölt helyzete a „dús” (RICH), teljesen kihúzott helyzete a „szegény” (LEAN) keveréknek felel meg és egyben az alapgáz-leállítás (IDLE CUTOFF) helyzet is. A keverék finom beszabályozását a piros gomb elforgatásával (menetes, un. Vernier szabályzás) lehet végezni (jobbra forgatva dúsabb lesz a keverék). A gyors vagy nagyméretű állításhoz be kell nyomni a szabályzógomb végén található rögzítő gombot, beállítani a kívánt helyzetet, majd a rögzítőt felengedni. A keverékszabályzóknak jelzőműszere nincs.

Motorellenőrző műszerek (Engine instruments)

A motor működését az alábbi műszerek jelzései alapján lehet ellenőrizni:

- olajnyomás/olajhőmérséklet műszer
- fordulatszámjelző műszer (RPM)
- kilépő (kipufogógáz) hőmérséklet műszer (EGT)

Ezekon kívül a jelzőablón (annunciator panel) megjelenik a piros színű OIL PRESS – olajnyomás felirat, ha az olajnyomás a megengedett érték alá csökken. Az olajnyomás jelet egy olajnyomás mérő vezeték és nyomásérzékelő (transducer) kombinációja állítja elő. A nagynyomású olaj a motorház felső részén, csővezetéken a motor hátsó segédberendezés meghajtó házra szerelt nyomásérzékelőhöz van vezetve, ami az olajnyomást elektromos jellel alakítja, és elektromos vezetéken továbbítja a műszerfal kombinált olajnyomás - olajhőmérséklet műszeréhez, ahol PSI nyomásértékként jelentkezik.

Az olajnyomás minimális értékre csökkenésekor a jelzőablón figyelmeztetés jelenik meg. A jelzőabló elektromos vezetékkel van összekötve a motor hátsó segédberendezés meghajtó házára szerelt nyomáskapcsolóval. Ha az olajnyomás 20 PSI alá esik, a nyomáskapcsoló testelvez lesz, zárja a kijelző áramkörét és a jelzőablón kigyullad az OIL PRESS piros figyelmeztető felirat. Mikor a nyomás 20 PSI fölé nő, a testelés megszűnik, és a jelzőabló kialszik.

Az olajhőmérséklet jelet egy ellenállás-típusú érzékelő (szenzor) generálja, amely a motor hátsó szerelvény házában található. Az olajhőmérséklet változásával megváltozik az érzékelő ellenállása. Ez a változó elektromos jel lesz hőmérséklet értéké átalakítva és a nyomásműszer másik skáláján Fahrenheit fok értékben kijelölve.

A motor által mechanikusan hajtott fordulatszám jelzőműszer a baloldali műszerfal alján található. Skálaosztása 100 RPM növekedésű, és a motor, egyben a légszűrő fordulatszámát is jelzi. Egyidejűleg az RPM műszer alsó részén látható skálán kijelzésre kerül a beépített időmérő szerkezet segítségével a motor üzemidő is, óra, tizedóra értékben. A fordulatszám műszeren az 1900-2400 RPM normál üzemi tartomány zöld ívvel van jelölve.

A kilépőgáz (kipufogógáz) hőmérséklet (EGT – Exhaust Gas Temperature) a műszerfal baloldali részén az EGT/Fuel flow közös jelzőműszeren olvasható le. Mivel a kilépő gázhőmérséklet a benzin-levegő viszony (keverék összetétel), légsűrűségi magasság, gázkar állás és RPM függvényében változik, ez a műszer hasznos segítség a leggazdaságosabb, vagy legnagyobb teljesítményt biztosító keverékarány beszabályozásához. Az EGT műszer lehetővé teszi, hogy a pilóta a keveréket (a benzin részarányának csökkentését a benzin-levegő keverékben) egy ismert értékre szegényítse, a maximális vagy „csúcs” gázhőmérséklet értéket referencia értéként használva. A pilóta ezt a „csúcs” értéket egy mozgatható index jellel be tudja állítani a műszeren, vagyis mindig látja, hogy hol van a csúcs.

Az EGT rendszer a kipufogócsőben elhelyezett termoelemet használ a gázhőmérséklettel részarányos elektromos feszültség előállítására. Az EGT műszer tehát lényegében a termoelem által előállított feszültséget jelzi. A keverék szegényítésekor (a teljesen düstől lefelé) a kilépőgáz hőmérséklete növekedni fog egy maximális értékig, amikor a benzin-levegő viszonyszám eléri a legnagyobb kémiai határfokot, de a további szegényítéssel már elkezdi csökkenni.

A motor kenési rendszere (Engine lubrication System)

A motor olajrendszere teljes nyomású, olajteknős típusú, repülési olajat használva kenőanyagként. A motor alsó részén található olajteknő teljes térfogata 8 quart (7,57 liter). Az olaj az olajteknőből szívással halad át a szítás típusú olajsűrőn a motor által hajtott olajszivattyúba. A szivattyútól az olaj egy megkerülő szelephez jut. Ha az olaj hideg, egy megkerülő szelepen és nem az olajhűtőn keresztül fog eljutni, közvetlenül a szivattyútól, a teljes átfolyású olajsűrőhöz.

Ha az olaj forró, a megkerülő szelep a segédberendezés meghajtás házból az olajat hajlékony csövön az olajhűtő felé irányítja, ami jobboldalon, a hátsó lángfogó lemezre van szerelve. Az olaj a hűtőből nyomás alatt visszajut a segédberendezés meghajtás házába, ahol áthalad a teljes átfolyású olajsűrőn. Innen a szűrő olaj belép egy nyomákszabályzó szelepre, ahol megtörténik az olajnyomás határolása a szükséglet feletti mennyiség olajteknőbe visszairányításával, míg a kenés biztosításához szükséges mennyiség a különböző motor egységek között fog cirkulálni. Az elhasznált olaj gravitációs úton jut vissza az olajteknőbe.

A motor jobboldali hátsó részén található az olajfeltöltő csomagtartó a mérőpálcás menetes záró sapkával. A mérőpálcás záró sapka a motorborítás jobb felső részén található szerelő nyíláson közelíthető meg. Tilos a motort 5 quartnál kevesebb olajjal üzemeltetni. Hosszabb repülés esetén mindig teljes feltöltést ajánlatos alkalmazni. Csak mérőpálcás ellenőrzési lehetőség van.

Gyújtási és motorindító rendszer (Ignition and starter system)

A motor gyújtását a motor által meghajtott két gyújtómágnés és hengerként két-két gyújtógyertya biztosítja. A jobb-mágnés biztosítja a szikrát a jobboldali alsó és baloldali felső gyújtógyertyáknak, a bal-mágnés pedig a baloldali alsó és jobboldali felső gyújtógyertyáknak. Normál üzemben mindkét gyújtómágnés működik, hogy a kettős gyújtással tökéletesebb legyen a benzin-levegő keverék égése.

A gyújtási és indítási rendszer működtetése az elektromos kapcsolótáblán elhelyezett forgó-típusú gyújtáskapcsolóval végezhető. A kapcsolón az óramutató járásának irányában haladva a következő feliratok találhatók: OFF, R, L, BOTH és START. A motort, a mágnések ellenőrzésének esetét kivéve, a BOTH helyzetben kell működtetni. Az R és L állások csak ellenőrzésre és kényszerhelyzetre szolgálnak. A kacsoló rugó ellenében start helyzetbe elforgatásakor (az akku főkapcsoló – MASTER ON helyzetében) záródik az indító kontaktor. Így áramot kap az indítómotor, és fogaskerék áttételen megforgatja a motort. A kapcsoló elengedésekor automatikusan a BOTH helyzetbe ugrik vissza.

Légfelvevő rendszer (Air Induction System)

A motor a működéshez szükséges áramló levegőt a motorburkolat alsó részén kialakított légfelvevő nyíláson kapja. A légfelvevő nyílásban egy levegősűrítő van elhelyezve a por és egyéb szennyező anyagok kiválasztására. A levegősűrítőn áthaladó levegő a levegőelosztó dobozba lép be. A levegőelosztóban található a rugós feszítésű tartaléklevégő ajtó. Ha a levegősűrítő blokkolódna, a motor által létrehozott légritkulás nyitja az ajtót és a motor a

burkolat alsó teréből szüretlen levegőt fog beszívni. A nyitott tartalék légfelvevő ajtó teljes gázon kb. 10%-kos teljesítmény csökkenést okoz. A levegő elosztó dobozból a levegő belép a motor alsó részén található benzin-levegő szabályzó rendszerbe, majd innen a szívócsöveken a hengerekbe.

Kipufogó rendszer (Exhaust system)

A hengerekből a távozó gáz gyűjtőcső vezetéken keresztül a hangtompítóba jut, majd innen a kipufogócsövön át a szabadba. Előtte azonban a hőenergia nagy részét leadja a hangtompító dob körül kialakított hőcserélő dobben, ahová áramló külső levegő van bevezetve. Az itt felmelegített levegő az utastér fűtésére lesz felhasználva.

A motor hűtési rendszere (Cooling System)

Az áramló levegő a motorburkolat mellő részén kialakított két légfelvevő torkon lép be és terelő lemezekkel a hengerek, és a motor más meleg részei felé van irányítva a hűtés biztosítására. Majd a burkolat hátsó alsó részén kialakított nyíláson keresztül a szabadba távozik. A motoron nincs manuálisan szabályozható hűtőlevegő zsalu kialakítva.

Tüzelőanyag (Benzin) Rendszer (Fuel System)

Általános jellemzés

A repülőgép tüzelőanyag rendszere (az egyszerűség kedvéért, mivel a tüzelőanyag benzin, a továbbiakban benzin rendszer) két szellőztetett integrált tartályból (felszárnnyként egy-egy), fogyasztótartályból, egy háromállású tartálykiválasztó szelepből, elektromos benzin segédzivattyúból, gyorselzáró szelepből, benzinszűrőből, a motor benzin szivattyújából, keverékszabályzó (benzin-levegő) egységből, keverék-elosztó szelepből és befecskendező fűvókákból áll.

A feltölthető teljes mennyiség 2x28 USG....56 USG (211,96 liter)
 Kifogyaszthatatlan összesen:.....3 USG (11,4 liter)
 Kifogyasztható összesen:.....53 USG (200,6 liter)
 Kifogyasztható tartályonként:.....26,5 USG (100,3 liter)

Benzinelosztó rendszer (Fuel distribution)

A benzin a két szárnytartályból szabadeséssel jut el a BOTH – RIGHT - LEFT háromállású kiválasztó szelephez, majd innen a fogyasztó (tartalék) tartályba. A fogyasztótartályból a benzin útja az elektromos benzinszivattyún át, a gyorselzáró szelepet elhagyva a benzinszűrőn keresztül a motor benzinszivattyújához jut el.

A benzin a motor benzinszivattyútól nyomással van vezetve a keverékszabályzó (benzin-levegő) egységhez, ahol mennyiségmérés után a benzinelosztó (manifold) szelephez jut, itt bekövetkezik az elosztás az egyes hengerekhez. A benzináramlás a hengerek felé folyamatos, a benzináram mennyiségét a beszívott levegő mennyiség határoolja a benzin -- levegő (keverék) szabályzó egységen keresztül.

Benzinmennyiség jelzése (Fuel Indicating)

A tartályokban a benzinmennyiséget úszós típusú mennyiségmérő adók mérik, az elektromos jelek a motorellenőrző műszerfal mennyiségjelző műszerére jutnak és USG értékben olvashatók le. Az üres tartályt piros vonal jelzi a nulla mennyiség jelnél. Amikor a műszer már üres tartályt jelez, még kb. 1,5 USG kifogyaszthatatlan mennyiség marad az adott tartályban. A műszereken jelzett mennyiség nem megbízható nem szokványos repülőgép helyzetekben, pl. csúsztatásnál.

Mindkét tartályban az előbbieken kívül figyelmeztető áramkör is ki van alakítva, amely érzékeli az alacsony benzinszintet és a szintadók hibás jeleit. Minden esetben, amikor az adott tartályban a benzin mennyiség kb. 5 USG alá csökken (és ezalatt a szint alatt marad több mint 60 s-ig), egy sárga színű LOW FUEL (kevés benzin) figyelmeztető felirat fog villogni kb. 10 másodpercig, majd folyamatosan fog világítani a jelzőablón. A pilóta nem tudja megszüntetni a jelzést. Ha a baloldali tartályban kevés a benzin, L LOW FUEL lesz látható, ha a jobboldali tartályban, a jelzés LOW FUEL R lesz, ha pedig mindkét tartályban kevés, L LOW FUEL R figyelmeztetés lesz látható.

A kevés benzin jelzésén kívül egy meghibásodásra figyelmeztető áramkört is beépítettek, amely jelzi, hogy melyik szintadó hibásodott meg zárlat, vagy az adó ellenállásának változása miatt, ami az öregedéssel növekedni fog. Ha az ellenőrző áramkör ilyen hibát észlel, a műszer mutatója off helyzetre (a 0 jelzés alá) fog leesni, és jelezni fog a sárga figyelmeztetés a jelzőablón. A jelzés ugyanolyan lesz, mint fentebb a kevés benzinjelzés, csak most a meghibásodott egységet (bal vagy jobb tartály) jelzi. A különbség a két jelzés között abban van, hogy a mennyiségjelző nem kevéssel a 0 szint fölött, hanem az off helyzetben lesz.

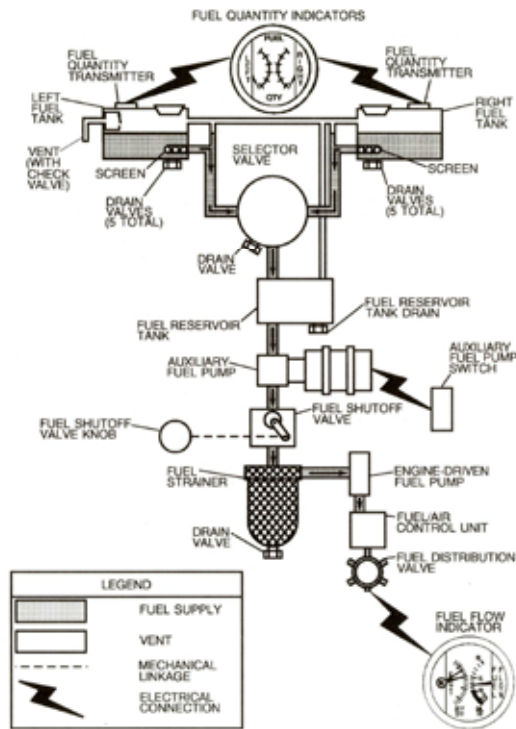
A benzinyomás mérésére a benzinelosztó egység (manifold) közelében felszerelt transducert (nyomásérzékelő szenzort) alkalmaztak. Ez a szenzor elektromos jelet állít elő és továbbít a motorellenőrző műszerfalon elhelyezett kijelzőhöz (az EGT műszerrel közös), amely US gallon/óra értékben jelzi a benzin átáramlást, ami fogyasztásnak is tekinthető.

Benzinrendszer szellőzés (Fuel Venting)

A szellőzőrendszer alapvető fontosságú a benzinrendszer normál működéséhez. A szellőzőrendszer blokkolásának következménye a csökkenő benzináramlás, ami végső fokon motor leálláshoz is vezethet. A szellőzés biztosítására a baloldali és jobboldali tartályok szellőzőcsöveivel vannak összekötve. A baloldali tartálynak saját szellőző csöve van, és kívülről kapja a levegőt egy ellenőrző szelepen keresztül (aminek a kivezetése a bal felszárnny alján, a merevítő dúc bekötésének közelében látható. Ezen kívül, mindkét feltöltő cső záró fedelén van szellőző furat.

Benzintartály szelektor (Fuel selector valve)

A tartálykiválasztó szelep karjának felszállás, emelkedés, leszállás és különböző nem szokványos, 30 másodperc időtartamot meghaladó manőver (pl. csúsztatás) esetén BOTH (mindkét tartály) helyzetben kell állni. A LEFT vagy RIGHT tartályból fogyasztást a vízszintes üzemmódra kell fenntartani.



A Cessna repülőgép üzemanyag ellátó rendszerének vázrajza

Jelzőtábló (Annunciator panel)

A jelzőtábló a hozzá tartozó háromállású kapcsolóval a baloldali műszerfal felső részén található és sárga színű Figyelem (Caution) és piros színű Figyelmeztetés (Warning) közleményeket jelenít meg a repülőgép egyes rendszereinek működésével kapcsolatban. Úgy tervezték, hogy a pilóta figyelmének felhívására a közlemény előbb 10 másodperc időtartamig villog, mielőtt állandóra váltana. A pilóta a közlemény megjelenését kikapcsolni nem tudja. Az AFM-ben a „Caution” félkövér kisbetűkkel, a Warning keretben, félkövér kis kapitális betűkkel jelenik meg.

A jelzőtábló a vezérlő jeleket a benzinmennyiség adóktól (bal és jobb), a kis olajnyomás kapcsolótól, a vákuumszivattyú nyomáskapcsolójától és az alternátor szabályozó egységtől (ACU – Alternator Control Unit) kapja. Minden közleményt saját LED égői világítanak meg, melyek a jelzőtábló kihúzásával annak hátsó oldalán vannak és cserélhetők. A tábló mellett egy háromállású kapcsoló is található, TST (teszt - ellenőrzés), DIM (gyenge) és BRT (fényes) állásokkal. A DIM állás az éjszakai csökkentett, a BRT a nappali fényesebb világításra kapcsolja át a jelzéseket.

A jelzőtábló működő képességének ellenőrzésére a TST kapcsoló szolgál. MASTER ON helyzetben a kapcsolót rugó ellenében felső helyzetbe nyomva az összes sárga és piros figyelmeztetés villogni fog a kapcsoló elengedéséig. Egyidejűleg a jobbra, mellette lévő navigációs táblón is világítani fog a KAP 140 készletbe tartozó NAV és GPS felirat.

Hálózati főkapcsoló (Master switch)

A főkapcsoló (MASTER) megosztott, billenő típusú kapcsoló, amely MASTER felirattal van ellátva és két részből áll. A kapcsoló jobboldala BAT (Battery – akkumulátor) feliratú és az akkut kapcsolja a hálózatra, baloldala ALT (alternátor) feliratú, és az alternátort kapcsolja a hálózatra. Mindkét fél ON bekapcsolt helyzete a felső, kikapcsolt helyzete az alsó OFF állás.

Normál esetben a MASTER SWITCH mindkét felét egyidejűleg kell felkapcsolni, de álló motornál, a berendezések földi ellenőrzéséhez csak a BAT felét kell bekapcsolni. Az AVIONICS ellenőrzéshez a BAT után természetesen az AVIONICS MASTER kapcsolót is ON helyzetbe kell állítani.

A MASTER kapcsoló ALT oldalának OFF helyzetében az alternátor le van kapcsolva az elektromos hálózatról. Ebben az esetben a teljes elektromos terhelést az akkumulátor viseli, aminek következménye az akkumulátor olyan méretű lemerülése lehet, hogy nem lesz elegendő feszültség az akku kontaktorának nyitására sem, ekkor nem kap áramot az alternátor gerjesztő tekerce, és nem termel áramot az alternátor. Ezért az akkumulátort csak a legszükségesebb esetben, minimális időtartamra szabad a hálózatra kapcsolni.

Az avionika táplálás főkapcsolója (Avionics Master Switch)

Az AVIONIKA mindkét sínje az elsődleges elosztósínekről kapja a táplálást. Korábban az 172S8001 szeriaszámtól a 172S8703 szeriaszámig (néhány nem az USA-ban lajstromozott repülőgépet kivéve) mindkét sít egyrészes kapcsoló kapcsolta. A 172S8704 sorozatszámától kétrészes billenő típusú AVIONICS MASTER kapcsolót alkalmaznak, így a két sín külön-külön is használható. A sínen csak akkor lesz áram, ha a MASTER kapcsoló ON helyzetben van, majd ezt követően a megfelelő AVIONICS MASTER is ON helyzetbe lesz állítva. Az AVIONICS MASTER OFF helyzetében egy adott berendezés akkor sem működik, ha saját kapcsolója ON helyzetben van. Motorindítás, külső áramforrás felcsatlakoztatása vagy a MASTER bekapcsolása vagy kikapcsolása előtt az AVIONICS MASTER kapcsolót mindig OFF helyzetbe kell állítani.

Elektromos rendszer (Electrical System)

Általános ismertetés (General)

A repülőgép 28 V feszültségű, egyenáramú (DC) elektromos rendszerrel van felszerelve. A rendszernek az elektromos energiát az ékszín meghajtású 60 A/h váltóáramú generátor (a továbbiakban alternátor) és egy 24 V feszültségű akkumulátor biztosítja, ami a tűzfal előtt a baloldalon van beépítve. A fő fogyasztói áramkörök a megosztott elsődleges fősínekről (BUS 1 és BUS 2) kapják az elektromos táplálást. A két fősín egymással össze van kötve egy keresztátlálás sínen keresztül. Az összekötő sínről kap táplálást a hálózati főkapcsoló (MASTER), a jelzőtábló és a belső világítás.

Mindkét fősín egyidejűleg táplálja az avionika (elektronikus rendszerek) sínjeit a kétrészes AVIONICS MASTER kapcsolón keresztül. A fősín a MASTER bekapcsolása után azonnal áram alá kerülnek és függetlenek az indítómotortól vagy külső áramforrástól. Az AVIONICS sín csak akkor kerül áram alá, ha fel van kapcsolva a MASTER kapcsoló és utána az AVIONICS MASTER kapcsoló is.

A tűzfal mellső baloldalán van elhelyezve az elektromos teljesítmény elosztó rendszer (J-Box modul). Ebben van elhelyezve a repülőgép elektromos rendszerében használt összes relé, továbbá az alternátor ellenőrző-szabályozó egysége és a külső áramforrás csatlakoztatása is.

Az előbbieken kívül mindkét AVIONICS sínnek saját áramköri megszakítója is van, ami a fősín és az AVIONIC MASTER SWITCH közé van beiktatva. Elektromos rendszerhiba esetén az áramköri megszakító oldani fog és a sínen az AVIONICS MASTER ON helyzetében sem lesz áram.

Ampermérő (Ammeter)

Az áramerősség mérésére egy ampermérő áll rendelkezésre, ami a vákuumnyomás műszerrel közös házban van elhelyezve. Az Ampermérő az alternátortól az akku felé, vagy az akkutól a hálózatba folyó áram erősségét méri Amperben. Amikor a motor jár és a MASTER (mindkét fele) ON helyzetbe van kapcsolva, az ampermérő az akku töltőáramát méri. Ha az alternátor nem működik, vagy a hálózati terhelés meghaladja az alternátor kimenő teljesítményét (60A), az ampermérő az akku kisütő áramát méri.

Áramköri megszakítók és biztosítékok (Circuit breakers and fuses)

A műszerfalon valamennyi biztosíték „visszaállításához benyomni” vagy kapcsoló/megszakító típusú. A teljesítmény elosztó modul azonban un. automata biztosíték típust használ; a tartalék biztosíték a modulon belül található. Az időóra biztosítéka olvadó típusú.

Világítási rendszer /Lighting System)

Külső világítás (Exterior Lighting)

A külső világítás a következőkből áll:

- navigációs (helyzet) fények a szárnyvégeken és az oldalkormány tetején;
- leszáll és guruló fényszórók a balszárny belépő élén;
- villanófény (piros) a függőleges vezérsík tetején;
- kabinajtókat megvilágító lámpák a szárny alatt

A bal és jobboldali bejárati ajtó megvilágító lámpákat és a hátsó kabinrész megvilágítását az ott elhelyezett lámpa melletti kapcsolóval lehet működtetni, kikapcsolás ismételt megnyomással. A többi külső fény bekapcsolása az elektromos panelen végezhető kapcsoló/megszakító típusú, felirattal ellátott kapcsolókkal.

Belső világítás (Interior Lighting)

A belső világítás általános utastér világításból, a napárnyékoló alatti általános műszerfal világításból, középső konzol megvilágításból, egyedi műszerfal megvilágításból, rádióvilágításból, és a pilóta kormányoszlop alatti un. térképlámpából áll.

Az utastér első két lámpája a felső konzolon van, a világítás iránya szabályozható, nyomógombos kapcsolóik a lámpáknál találhatóak. A hátsó kabinrész lámpája közepén, a mennyezeten van, nem irányítható, mellette van a nyomógombos kapcsoló.

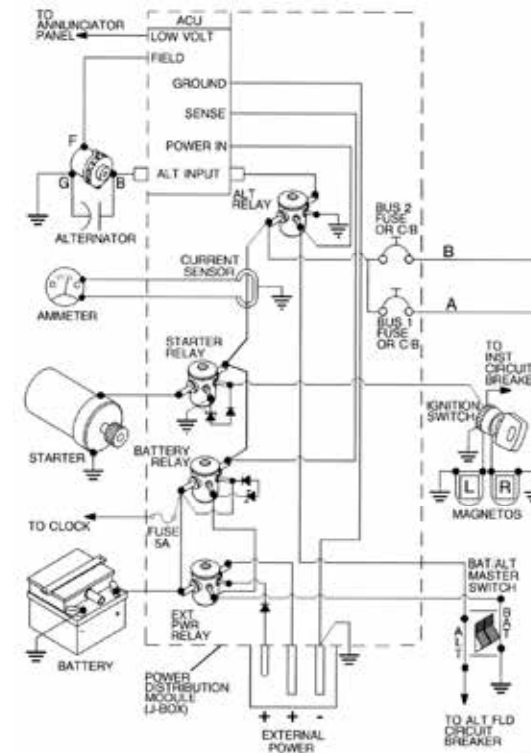
A műszerfal általános világítását biztosító fények a napárnyékoló alatt vannak felszerelve, fluoreszkáló vagy LED típusúak. A fényerősség a gázkartól balra található, GLARESHIELD LT PEDESTAL LT feliratú reosztáttal szabályozható. Ugyanezzel a gombbal szabályozható a középsőkonzol világítás (PEDESTAL) fényereje is, amely egy lámpából áll és tartályszelektor kapcsolót világítja meg.

A műszerfal további megvilágítása az egyes műszerek, kijelzők mellett elhelyezett lámpákkal van biztosítva. Ezek a lámpák párhuzamosan vannak bekötve, fényerejük a RADIO LT - PANEL LT feliratú reosztáttal szabályozható, ami közvetlenül a gázkartól balra van. Ugyanez a reosztát szabályozza a rádió/elektronika megvilágító fényeit is.

A pilóta kormányoszlop alatti térképlámpája a mellette található reosztáttal szabályozható, a lámpa és szabályzó gombja a kormányoszlop alatt található. A megvilágítás kormányoszloptól lefelé a pilóta öle, térde felé irányul, a térképek, okmányok megvilágítását biztosítva. Működtetéséhez először be kell kapcsolni a navigációs helyzetfények NAV feliratú kapcsolóját, majd a reosztát gombbal beszabályozni a szükséges fényerőt.

A rádió/elektronika és a NAV műszerek megvilágításának fényereje a RADIO LT - PANEL LT reosztáton kívül a jelzőtáblákkal található háromállású kapcsolóval is szabályozható. Ennek TEST (ellenőrzés) állásában az összes lámpa üzemképessége ellenőrizhető. A kapcsoló BRT (bright – fényes) állásában a fényerő nagyobb (nappali), a DIM állásban pedig az árnyékolt, éjszakai megvilágítás állítható be, függetlenül a RADIO LT - PANEL LT reosztátjának állásától.

Bármilyen típusú világításról van is szó, a legtöbb hibának az oka az izzó kiégése. Ha nem csak egy izzónál jelentkezik a hiba, hanem egy egész rendszer nem működik bekapcsolás után, ellenőrizni kell a megfelelő áramköri megszakítót. Ha a megszakító oldott (kiugrott) és nincs jele elektromos zárlatnak (füst vagy szag), előbb ki kell kapcsolni a működtető kapcsolót, ezután visszanyomni a megszakítót, végül ismét a működtetőt kapcsolót. Ha a megszakító ismét old, valószínű zárlat van a rendszerben, ennek elhárításáig azt tilos működtetni.



A Cessna repülőgép elektromos rendszerének vázrajza

Gyakorlati példák

I. (Személygépkocsi)

Tűzjelzés ideje: 20xx. év november hó 38-án 01 óra 03 perc.

Tűzeset helve:

Budapest, XXVIII. kerület Bordói utca 630. szám előtt parkoló PIROMAN-001 forgalmi rendszámú személygépkocsi.

Tűzvizsgálat megindításának oka:

A 44/2011. (XII. 05.) BM rendelet 3. § (1) bekezdés a) pontja alapján tűzvizsgálati eljárást kell lefolytatni, ha a tüzesettel összefüggésben bűncselekmény gyanúja merül fel.

Tűz és keletkezésének megállapított/vélelmezett ideje:

20xx év. november 38-án 00 óra 55 perc körüli időpont.

Tűzoltói beavatkozás történt-e: IGEN NEM

Az összefoglaló jelentés mellékletei:

	Sorszám:	Lapok száma:
Helyszíni szemlejegyzőkönyv	1.	3
Jegyzőkönyv tanú meghallgatásáról	2.	1
Jegyzőkönyv tanú meghallgatásáról	3.	1
Fényképmelléklet	4.	3

Az összefoglaló jelentéshez kapcsolódó iratok:

	Iktatószám:	Lapok száma:
Rendőrségi helyszíni szemlejegyzőkönyv, jelentések	TVBFO/xxx-1/20xx	9
Vegyészszakértői vélemény	TVBFO/xxx-2/20xx	2
Adás-vételi szerződések	TVBFO/xxx-3/20xx	3

A károsult/ak adatai:

Ügyfél neve: Lakatos Raffael
 Anyja neve: Sztojka Samantha
 Lakcím: 1666 Budapest, Retek utca 633.
 Telefonszám: 06-60-666-6666

Sérült/ek, elhunyt/ak adatai:

Az esettel kapcsolatban személyi sérülés, illetve haláleset nem történt.

A tűz helyszínének általános leírása:

A helyszínelést végzők az alábbiakat tapasztalták:

A 3 ajtós VW Golf típusú, PIROMAN-001 forgalmi rendszámú gépkocsi a Bordói utca 630. szám előtt, az úttest oldalán, az épületektől 8-10 méterre, orral az Eperfa utca irányában parkolt. A gépjármű menetirány szerinti jobb oldalán 2 fa helyezkedett el, amelyek a tüzeset során kis mértékben károsodtak. A gépjármű motorházteteje nyitott állapotú volt. A motortérben levő anyagok épek, tűz illetve füst által nem károsodtak. Innen a gépkocsi menetirány szerinti hátulja felé azonban gyakorlatilag minden éghető anyag megsemmisült. A műszerfal, a kormány leolvadt, nem látható a helyén. A kábelek, amik a motortérből jöttek, azokról a szigetelés leolvadt, itt minden műanyag rész megsemmisült. A kormány fém része a vezetőülésnél található. A menetirány szerinti bal első ülésről minden éghető anyag leégett, csak a fém váza látszik, benne kormozatlan, olvadt üveg volt található. A menetirány szerinti jobb első ülésnek is minden éghető anyaga megsemmisült, azon szintén kormozatlan olvadt üvegdarabot lehetett találni. A két ülés közötti részen 1 téglát lehetett fellelni. A hátsó ülésen minden éghető anyag megsemmisült, annak csupán fém váza látszódott. A csomagtartó részben egy pótkerék helyezkedett el, amelynek éghető részei megsemmisültek. Alatta szintén egy kerék került elhelyezésre, amely a tűzben erőteljesen károsodott. Ezek tetején enyhén kormozódott, összegegett üvegdarab található. Elmondható a kocsu utasteréről, hogy belülről a festék mindenhol leégett, a fém helyenként tisztára égett. Az első szélvédő, az utas- és vezetőülés oldalüvegei és a csomagtartó üvegezése nincs a helyén.



A menetirány szerinti bal első ajtó minden éghető anyaga megsemmisült. Arról a festék leégett, a fém tisztára égett. Ez elmondható a hátsó részről is. A kerék leeresztett állapotú. A hátsó részével szemben állva, arról a lámpák burája, és minden egyéb éghető anyag leégett. A lökhárító fém része maradt csak meg, illetve a középrészen a műanyag még ép, a rendszám leesett, rajta a fém tisztára égett. A menetirány szerinti jobb oldalát tekintve a gépjárműnek, annak jobb első ülésénél az ajtó fém része tisztára égett, ez elmondható a hátsó részéről is. Itt a hátsó kerék leeresztett állapotú. Az üzemanyag betöltő nyílásának ajtaja nyitható, de csukott állapotban volt. Ebbe betekintve a műanyag részek elolvadtak, az üzemanyag tank betöltő nyílása nem látszik. A gépkocsi menetirány szerinti jobb első kereke leeresztett állapotú, a menetirány szerinti bal első kereke a tűzben nem sérült. A gépkocsi menetirány szerinti bal első ajtajánál az úttesten kormozatlan üvegcserepek fekszenek.

A tűz keletkezési helyére, idejére, a keletkezés ok-okozati összefüggéseire, az égés létrejöttére vonatkozó megállapítások:

A tűz keletkezési helye:

A gépkocsi utasterében minden éghető anyag megsemmisült. A két első ülésen a helyszínelést végzők kormozatlan üvegcserépeket találtak, amely arra utal, hogy az autó ablaka még a tűz keletkezése előtt betört.



Ezt erősíti a két első ülés között talált téglák is, amelyből kisebb letört darabok a bal első ülésen voltak fellelhetőek. Fentiek alapján a tűz keletkezési helye az PIROMAN-001 forgalmi rendszámú személygépkocsi jobb első ülése, vagy annak környezete.

A tűz keletkezési ideje:

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság Hírközpontjába 20xx. év november 38-án 01 óra 03 perckor jelezték telefonon a tüzet. Az autó tulajdonosa meghallgatásakor azt mondta, hogy éjjel 01 órakor durranó hangot hallott. Kinézett az ablakon és látta, hogy a ház előtt parkoló autó ablakán lángok csaptak ki, majd 3 perccel később már az utastér egésze égett. Fentiek alapján a tűz keletkezési időpontja 20xx. november 38-án 0 óra 55 perc körüli időpontra tehető.

A tűz keletkezési okára vonatkozó megállapítások:



A személygépkocsi motortérét a tűz nem érintette. A tűz keletkezésével összefüggésbe hozható elektromos, vagy az üzemanyag ellátó rendszer, illetve egyéb más műszaki meghibásodásra utaló nyomot a vizsgálat során nem lehetett azonosítani, így a gépjármű meghibásodása, mint keletkezési ok kizárható.

A gépkocsi tulajdonosa meghallgatásakor elmondta, hogy a járművel 20xx. év. november 37-én, 21 óra 30 perc és 22 óra 00 perc között parkolt le a Bordói utca 630. szám előtt. A tulajdonosnak műszaki meghibásodásról nem volt tudomása.

A gépjármű leállítását és a tűz keletkezési ideje között eltelt idő alatt az autó üzemszerűen melegező alkatrészei már olyan mértékben visszahűltek, hogy nem voltak képesek az adott esetben velük érintkező anyagok iniciálására.

A keletkezési helyen olyan eszközt, berendezést, amely a tüzeset kialakulásában gyújtóforrásként szerepet játszhatott volna, illetve olyan anyagot, amely meggyulladás — az adott környezeti körülmények között — emberi közreműködés nélkül bekövetkezhetett volna, nem lehetett azonosítani.

A helyszíneléskor a gépkocsi első ülésein talált kormozatlan üvegcserépeket arra utalnak, hogy az autó ablakát még a tűz keletkezése előtt betörték. Ezt erősíti az is, hogy a két első ülés között a szemlét végzők egy téglát találtak.

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság Keresőkutyás Szolgálatának tűzfészek-kutató kutyája a helyszínen nem jelezte égésgyorsító anyag jelenlétét.

A BRFK Bűnügyi Technikai Osztály helyszínelője a gépkocsi és a járda aszfaltja közötti füves-fás sávban, fellelt 1 db Szentkirályi feliratú, 1,5 liter űrtartalmú, gyűrt állapotú műanyag palackot bűnjelként rögzített. Helyszíni szemlénkben megjegyzik, hogy „a palackból benzín jellegű szag árad”.

Az említett palack és a hátsó ülésből vett égésminta vegyészszakértői vizsgálat céljából megküldésre került a Bűnügyi Szakértő és Kutató Intézetnek. A BSZKI 29200-801-65xx/20xx. számú vegyészszakértői véleménye szerint a gázkromatográfiás és gázkromatográfia - tömegspektrometriás módszerekkel megvizsgált minták közül a műanyag

flakonban motorbenzinre, és részben gázolajra utaló szénhidrogén komponenseket mutatott ki.

A jármű motorbenzinnel üzemelt. Az esemény során a jármű utastere égett, az exoterm folyamat a motorteret, azaz az üzemanyag-ellátó rendszert nem érintette. A vegyészszakértő által azonosított éghető folyadék komponensek nem származhatnak a gépjárműből. Minden valószínűség szerint a bűnjelként rögzített minta összefüggésbe hozható a tüzeset kialakulásával kapcsolatban.

Fentiek alapján megállapítottam, hogy a tűz emberi közreműködéssel, *szándékos tűzokozás* következtében keletkezett, minden valószínűség szerint oly módon, hogy ismeretlen személy a gépkocsi ablakát az első ülések között később megtalált téglával betörte, az autó mellett fellelt műanyag flakon tartalmával az utasteret belocsolta, majd valamilyen tűzokozásra alkalmas eszközzel az éghető folyadékot meggyújtotta. A gyújtóforrást a vizsgálat során nem lehetett beazonosítani.

Tűz terjedésére vonatkozó megállapítások:

A tűz a gépkocsi jobb első ülésén, ülésénél keletkezett, majd onnan akadálytalanul terjedt tovább az utastér éghető anyagain. Az égési folyamat átterjedt az autó csomagterére, valamint részben a karosszéria külső éghető részeire is. A motorteret a tűz nem érintette, a motorházatető utas oldali része kormozódott. Az oltást a kérkező tűzoltók végezték el.

A személyek, az anyagi javak és a természeti környezet veszélyeztetettségére vonatkozó megállapítások:

A tüzesettel kapcsolatban személyek veszélyeztetettségére vonatkozóan nincsenek információink.

Közvetlen veszélynek volt kitéve a gépkocsi egésze, amelynek utastere nagymértékben károsodott, az éghető anyagok megsemmisültek. Anyagi javak közvetett módon veszélyeztetve nem voltak.

A tüzeset során kismértékben károsodott a jármű menetirány szerinti jobb oldala mellett levő 2 fa, illetve a levegőbe égésgázok kerültek.

A személyi felelősséggel kapcsolatos megállapítások:

Személyi felelősség terheli azt az ismeretlen személyt, aki a személygépkocsiban szándékosan tüzet okozott.

A rendőrség az ügyben: Vizsgálatot folytat Nem folytat vizsgálatot

A vizsgálatot folytató rendőri szervezet:

Javaslatok további intézkedésre:

Javaslok a tűzvizsgálat lezárását, feljelentés megtételét, valamint a keletkezett iratok megküldését az illetékes nyomozóhatóság részére.

Budapest, 20xx év.hónap

.....

tűzvizsgáló

Parancsnoki záradék:

A tűzvizsgálat megállapításaival és a javasolt intézkedéssel egyetértek.

Budapest,év.....hó.....nap

.....
kiadmányozó

II. (vonattűz)

Tűzielzés ideje: yyyy év. szeptember 16-án, 15 óra 43 perc.

Tüzeset helve:

Budapest, xxx pályaudvar területén, az 555527-5 pályaszámú étkezőkocsi.

Tűz és keletkezésének megállapított/vélelmezett ideje:

yyyy. év szeptember 16-án, kb. 15 óra 30 perc.

Tűzoltói beavatkozás történt-e: IGEN NEM

Az összefoglaló jelentés mellékletei:

	Sorszám:	Lapok száma:
Fényképmelléklet (13 db felvétel)	1	4

Az összefoglaló jelentéshez kapcsolódó iratok:

	Iktatószám:	Lapok szám
Helyszíni szemle – jegyzőkönyv	TVBFO/xxx-1/yyyy.	3
Tanúmeghallgatási jegyzőkönyv	TVBFO/xxx-2/yyyy.	1
Tanúmeghallgatási jegyzőkönyv	TVBFO/xxx-3/yyyy.	1

Sérült/ek, elhunyt/ak adatai:

Az esemény során személyi sérülés, vagy haláleset nem történt.

A tűz helyszínének általános leírása:

A helyszíni szemle során az alábbiakat lehetett tapasztalni:

A Budapest xxx pályaudvar területén, a 12. számú vágányra beérkező, xyz számú vonat 555527-5 pályaszámú kocsiában keletkezett tűz. A vasúti pályaudvar a Kőköröcsinyi út, Nabu tér, Orion út, Szíriusz u. által határolt területen fekszik. A pályaudvar a Kőköröcsinyi út, a Nabu tér, valamint az Orion út felől is megközelíthető, mindhárom irányból kapukkal rendelkezik. A pályaudvar épületei is ezeken az oldalakon helyezkednek el. A Szíriusz u. felőli részén helyezkedik el a Körzeti Járműjavítási Központ személykocsi műhelye. Ez a terület a pályaudvaron belül leválasztásra került. A vasúti vágányok a szerelőműhely és a Kerepesi út között, a Kerepesi úttal párhuzamosan futnak. A 12-es számú vágány a

pályaudvar közepén helyezkedik el. A 13-as számú vágánytól 6 m szélességű, aszfaltozott burkolatú utasperon választja el. A peron fölött fémszerkezetes, fémborítással rendelkező tető került kialakításra.



Az xyz. számozású vasúti vonat 1 db mozdonyból, egy kerékpárszállító kocsiból, 1 db I. osztályú kocsiból, 1 db étkezőkocsiból, valamint 2 db II. osztályú kocsiból állt. A vonat mozdonya az állomásépület irányában helyezkedett el. A tüzeset során érintett kocsik a 12-es és 13-as vágányok közötti peron bal oldala mellett, a mozdonytól számítva harmadikként állt. Ennek peron felőli oldalán, a hátsó forgóváz előtti területen, a kocsiszekrény alvázának alá rögzítve, közvetlenül egymás mellett helyezkedett el 2 db, teljes mértékben fém alapanyagú akkumulátorszekrény. Ezek közös oldalfallal rendelkeztek, ajtajuk egymás után voltak nyithatók. Ezekben 3-3 db, összesen 6 db Ni-Cd lúgos akkumulátor került elhelyezésre, amik soros összeköttetésben voltak egymással. Az akkumulátor szekrény csukott állapotban szinte teljesen zárt. Annak falain összesen 3 nyílás került kialakításra. Az oldalain 1-1 elektromos vezeték átvezetés volt, amiket kívülről további fémlemezekkel borítottak. Hátulján mindkét kamrából egy közösített szellőző nyílás, amit fémborító és terelőlemezekkel láttak el. Az akkumulátorszekrény közvetlen környezetében könnyen éghető anyagok, alkatrészek nem voltak.

Az akkumulátorok az étkezőkocsi hűtőinek állás közbeni üzemeltetését szolgálták. Számozásuk: 057; 055; 059; 019; 056; 683. A Ni-Cd lúgos akkumulátorok típusa: 3KPM410T, névleges tárolókapacitása: 410 Ah, névleges feszültsége: 3,6 V. Egy akkumulátor 3 db sorba kötött elemből állt. Megengedett maximális töltőárama 0,4x410 A, vagyis 164 A. A megengedett töltőfeszültség elemenként 1,40-1,82 V, vagyis akkumulátoronként 4,2-5,46 V. Az akkumulátorok elemei faládában kerültek elhelyezésre, így alkotva egy egységet.

Az esemény során a 6 db akkumulátorból egy jelentős mértékben megégett. Fa ládájának felső része teljes mértékben elégett, az akkumulátor elemeinek alsó-alsó részei kiégett, kiolvadtak. Két db akkumulátor fa ládája kisebb mértékben megégett. Mind a 6 db

akkumulátor tetején az ott lévő elektrolit nyílás kupakja megolvadt. Az akkumulátorokat összekötő kábelek szigetelése a hőtől kis mértékben károsodott.

Az első szekrény belsejében nagy mennyiségű tűzoltópor maradványt találtunk, belső felületei jelentős mértékben kormozódtak. A második szekrény belseje csak kisebb mértékben kormozódott. Az első szekrény fölötti szakaszon a kocsiszekrény külső felületének legalsó szakaszán kormozódást tapasztaltunk.

Az esemény során lánggal égés kimondottam csak a menetirány szerinti első (mozdony felőli) fémszekrényben elhelyezkedő akkumulátorokat, valamint azok fa ládáit érintette. A második szekrényben lévő akkumulátorokon csak olvadások keletkeztek, az elemeik felső részén található elektrolit töltő nyílások kupakjain.

Az első szekrényben lévő 057 számú akkumulátor fa ládája jelentős mértékben elégett, az elemek alsó részükön kiolvadtak. A 059 és 055 számú akkumulátorok fa ládáit csak kisebb mértékben égtek meg. A tűz az első akkumulátorszekrényben lévő, 057 számú akkumulátorban keletkezett.



A tűz a 057 számú akkumulátorról és faládájáról áttért a közvetlenül mellette elhelyezkedő 059 és 055 számú akkumulátorok fa ládáira. A tűz a zárt akkumulátorszekrényből nem terjedt tovább, azt a pályaudvar dolgozói 2 db 6 kg-os porral oltóval eloltották.

A tűz keletkezési helyére, idejére, a keletkezés ok-okozati összefüggéseire, az égés létrejöttére és a gyújtóforrásra vonatkozó megállapítások:

Az xxx pályaudvar 12-es számú vágányára 13 óra 30 perckor állt be az xyz számú vonat. Az ügyfél járműjavítással foglalkozó szakemberei a beállítás közben észlelték, hogy az 555527-5 pályaszámú étkezőkocsi egyik akkumulátor szekrényéből füst szivárog. Megállás után a szekrény fedelét felnyitották. Ekkor a 057 számú akkumulátor fa kalodája lángra lobbant. A dolgozók a keletkező tüzet azonnal jelezték a forgalomirányítás felé, valamint 2 db 6 kg-os porral oltó tűzoltó készülékkel eloltották. Közben áramtalanították az érintett kocsit.

Az esemény során a tűz csak az étkezőkocsi hűtőit üzemeltető akkumulátorok közül a 057-es, 059-es és 055-ös számút érintette. Az első fa kalodája jelentős mértékben elégett, a második és harmadik kalodájára a tűz átterjedt. A másik, fém lappal elválasztott szekrényben lévő akkumulátorokon csak olvadások keletkeztek. A nyomok alapján megállapítottam, hogy a tűz a 057-es számú akkumulátoron keletkezett. A füstölést már csak a vonat pályaudvarra történő beállása során észlelték. Az akkumulátorok túlmelegedési folyamata valószínűleg már menet közben elkezdődött, de ennek pontos időpontját nem lehetett megállapítani. A tűz, illetve a lánggal égési folyamat az akkumulátor szekrény kinyitáskor, 15 óra 30 perckor következett be.

Az eseményt követően az érintett 5555527-5 pályaszámú étkezőkocsit az Ügyfél Zrt., a Javitó Központ, valamint az Alien Kft. szakemberei átvizsgálták. Szemléjük során, az akkumulátorokon kívül egyéb meghibásodott alkatrészt, berendezést nem találtak.

Nyilatkozatuk szerint az akkumulátorok kétféle töltési móddal, generátoros, valamint hálózati töltéssel rendelkeznek. A vonat mozgása közben mindkét töltési mód egyszerre üzemel. A mért adatok alapján a generátoros töltési feszültség 30,7 V. A hálózati töltési feszültség 31 V. A generátoros és hálózati üzem együttes működését vizsgálva 32 V töltési feszültséget mértek.

A jármű legutolsó fővizsgálója xxxx év. május 26-án, utolsó műszaki vizsgálata xxxx. év augusztus 18-án történt. Ezekon az érintett egységekkel kapcsolatban nem tapasztaltak hibát. Az akkumulátorokat utoljára xxxx. év augusztus 22-én töltötték után, ioncserélt vízzel. Az elektrolit szintet xxxx. év szeptember 7-én ellenőrizték, akkor azt rendben találták.

Az esemény következtében az akkumulátorok elektrolit szintje lecsökkent, az egyikben sem érte el a cellák felső élet. Az elemek cellazáró dugói valamennyi akkumulátor esetében megolvadtak. Ezek a nyomok egyértelműen az akkumulátorok melegegését mutatják.

A meggyulladt akkumulátor nagyfokú károsodása miatt nem lehetett beazonosítani egy esetleges cellazárlat nyomait, de azt nem lehetett kizárni sem.

A jármű vizsgálata során mért töltési feszültségek az akkumulátorok leírásában szereplő határértékek között (25,2–32,76 V), kevéssel a felső érték alatt kerültek megállapításra. Ez alapján a 6 db akkumulátor, amennyiben azok jó állapotban voltak, hálózati és generátoros töltés együttes használata során sem melegedhettek volna fel olyan mértékben, hogy az a bekövetkezett eseményt eredményezze.

Mivel az akkumulátorokon kívül minden további berendezés, szerelvény működőképes, hibátlan állapotban maradt, valamint a töltési paraméterek is a meghatározott értékek között voltak, minden valószínűség szerint az eseményt a 057 számú akkumulátor meghibásodása okozta. Az akkumulátor egyik elemében kialakult cellazárlat annak melegegését, majd a további elemek melegegését okozhatta. A folyamat idővel a teljes akkumulátor telep túlmelegegéséhez, az akkumulátorok elektrolit folyadékának felforrásához vezethetett.

Egy elem megengedett töltési tartománya 1,4–1,82 V. A mért töltési feszültséget tekintve elemenként 1,78 V-al számolhattunk. Egy elem zárata, annak vezetővé válása esetén a továbbiakra 1,88 V jut, ami már a megengedett töltési feszültségtartományon felül esik. Ez a még jó elemek meghibásodásához, további cellazárlatok kialakulásához vezethet. A teljes akkumulátor kiesése következtében a maradék akkumulátorok elemire már 2,13 V töltési feszültség juthat.

A vizsgálat során megállapítható volt, hogy a tűz a 057 számú akkumulátor túlmelegegése miatt, annak műanyag házának és fa kalodájának meggyulladásával keletkezett. A további akkumulátorok is túlmelegegtek, de azokon csak olvadások következtek be. Az érintett

akkumulátor túlmelegegését csakis annak meghibásodása, az abban kialakult cellazárlat okozhatta.

A vizsgálat eredményei alapján megállapítható, hogy a tűz műszaki meghibásodás **villamos energia gyűjtőhatása** miatt alakult ki. A rendelkezésre álló adatok alapján minden egyéb más keletkezési ok kizárható.

Tűz terjedésére vonatkozó megállapítások:

A tűz a 057 számú akkumulátorról, fa ládájáról átterjedt a közvetlenül mellette elhelyezkedő 059 és 055 számú akkumulátorok fa ládáira. A tűz a zárt akkumulátorszekrényből nem terjedt tovább, azt a pályaudvar dolgozói 2 db 6 kg-os porral oltó tűzoltó készülékkel eloltották.

A személyek, az anyagi javak és a természeti környezet veszélyeztetettségére vonatkozó megállapítások:

Az esemény során közvetlenül veszélyeztetve volt a 3 db akkumulátor, amik jelentős mértékben károsodtak. A kialakult túltöltés hatására károsodott a további 3 db akkumulátor is. További veszélyeztetettség nem alakult ki.

Személyek veszélyeztetettségéről nincs információnk.

A tűz a természeti környezetet nem veszélyeztette.

A személyi felelősséggel kapcsolatos megállapítások:

A tűz műszaki meghibásodás következtében keletkezett. A meghibásodással és a tűz keletkezésével kapcsolatban mulasztás, személyi felelősség gyanúja nem merült fel.

A rendőrség az ügyben: Vizsgálatot folytat Nem folytat vizsgálatot

A vizsgálatot folytató rendőri szervezet:

Javaslatok további intézkedésre:

Javaslom a tűzvizsgálati eljárás lezárását.

Budapest, 20xx év.hónap

.....
tűzvizsgáló

Parancsnoki záradék:

A tűzvizsgálat megállapításaival és a javasolt intézkedéssel egyetértek.

Budapest,év.....hó.....nap

.....
kiadmányozó

III. (busztűz)

Tűzielzés ideje: 2xxx. év augusztus 14. 07 óra 32 perc.

Tűzeset helye: Budapest CXI. kerület, Hegyipatak tér, ZZZ-001 forgalmi rendszámú autóbusz

Tűz és keletkezésének megállapított/vélelmezett ideje:

2xxx. év augusztus 14. 07 óra 29 perc

Tűzvizsgálat megindításának oka:

A tűzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról szóló 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet 3. § (1) bekezdés d) pontja alapján tűzvizsgálati eljárást kell lefolytatni, ha a hatóság vezetője szakmai szempontból indokoltnak tartja.

Tűzoltói beavatkozás történt-e: IGEN NEM

Az összefoglaló jelentéshez kapcsolódó iratok:

	Iktatószám:	Lapok szám
Helyszíni szemle – jegyzőkönyv	ZULU-1	3
Póthelyszíni szemle – jegyzőkönyv	ZULU-2	10
Tanú meghallgatási jegyzőkönyv	ZULU-3	1

Az összefoglaló jelentés mellékletei:

	Sorszám:	Lapok száma:
Fényképmelléklet (10 db digitális fénykép nyomtatva)	1.	3
Biztonsági kamera felvétele	2.	1 db. CD lemez

A károsult/ak adatai:

Ügyfél megnevezése: Ügyfél Zrt.

Sérült/ek, elhunyt/ak adatai:

Az esemény során személyi sérülés nem történt.

A tűz helyszínének általános leírása:

A tűzeset napján megtartott helyszíni szemle során az alábbiakat tapasztaltam:

A tűzeset helyszíne a Budapest CXI. kerület, Hegyipatak tér, Gólyaleső utcai részénél található. Itt az út menetirány szerinti jobb oldalán áll orral a Sárgarózsa út felé a ZZZ-001 forgalmi rendszámú, Ikarus 435 típusú toló motoros csuklós autóbusz, közvetlenül a Mócer Aranka Székház bejárata előtt. A Gólyaleső utca másik oldalán, az autóbustól 30 méterre egy üzemanyagtöltő állomás található. A busz a Gólyaleső utca és Sárgarózsa út kereszteződésétől 35 méterre helyezkedik el. A busz és az épület fala közti távolság 4 méter.

Az autóbusz teljes egészében kiégett állapotban látható. Ez alól a hátul elhelyezkedő motortér képez kivételt, ugyanis ez tűztől eredő sérülések jelét nem mutatja. Az utastér kb. 80 %-án

valamennyi éghető anyag teljes egészében megsemmisült. Csak a legelől lévő ülőhelyek éghető anyagai maradtak meg viszonylag ép állapotban. A kitért ablakoknál kormozódott üvegszilánkok láthatók a földön és az aszfalton. A szélvédő berepedezett, erősen kormozódott.



A legintenzívebb sérülések a jármű közepén található forgó-csukló résznél azonosíthatók. Itt a forgórész gumi burkolata megsemmisült, az alumínium padlólemez 2 helyen is átlukadt, anyaghiányossá vált kb. 2 m²-es részen. A forgórésztől előre eső rétegelt fa padlólemez szintén több helyen átégett, átlukadt és igen elvékonyodott. A forgórész hiányos padlólemeze alatt elektromos kábelkötegek, nagynyomású üzemanyag- és hidraulika vezetékek, valamint levegő csövek futnak, melyek erősen megsérültek. Az elektromos vezetékek szigetelései teljes egészében leégtek, helyenként folytonosságvesztés is megfigyelhető, de a helyszínen pontos hibahely beazonosítására nincs lehetőség. Az itt futó flexibilis üzemanyag és hidraulika csövek a jármű eleje felé eső csatlakozási pontnál teljes egészében a csatlakozókról leégtek, míg a hátrafelé tartó csatlakozóknál még nyomokban a helyükön látszanak. Összességében elmondható, hogy a legnagyobb sérülés és anyagvesztés a forgó rész jármű eleje felé eső részénél azonosítható.

A jármű oldalán látható égésnyomok is ezt erősítik, ugyanis a szerelvény első tagjának csukló közeli részéről a festés „V” alakban leégett, ahol a „V” alsó szára valahol a forgórész és az első állórész találkozásához tehető. A hátsó rész festésén ennek az égésnyomnak a folytatása nem látható, arról a festék oldalról nem égett le. Ez mindkét oldalról elmondható amennyi különbséggel, hogy a menetirány szerinti jobb oldalon a második kerék abroncsa sokkal intenzívebb sérülést szenvedett, mint a bal oldali.

A jármű akkumulátor sarúai a szemle idején nem voltak az akkumulátorokra csatlakoztatva, azokat a tűzoltó rajok távolították el. Ezekon sérülés nyoma nem látható. A vélhető keletkezési helyen műszaki meghibásodás, zárlat vagy egyéb rendellenesség nyomát nem lehetett azonosítani. Ehhez a jármű szétszerelése és műhelyben történő átvizsgálása szükséges.

A járművön utasok nem tartózkodtak. A környezeti és helyzeti adottságok miatt a műszaki meghibásodáson kívül más tűzkeletkezési okra utaló körülmény a helyszínen nem merült fel.

A Mócer Aranka Székház homlokzatát hőszigetelő polisztirol borítja, amely a hőszugárzás hatására elszíneződött és a vakolat alatt megolvadt kb. 3-5 m²-en. A jármű környezetében másban kár nem keletkezett. A tüzesetet megelőzően a járművet a vezetője tele tankolta, tehát az üzemanyagtartályban nagy mennyiségű éghető folyadék volt. A sérült járművet a Volánbusz szakemberei a szemlét követően Vénuszra, az ottani üzembe vontatták.

A tényállás további tisztázásához póthelyszíni szemle lefolytatására volt szükség, amelyre 2xxx. év augusztus 16-án a Vénusz, Hegyipatak utca 93. szám alatt található Járműfenntartó Üzem telephelyén került sor.

A póthelyszíni szemlét a Vénuszi Katasztrófavédelmi Kirendeltség részéről Tűzvizsgáló Aladár tű. százados, valamint Tűzoltó Lajos tű. őrnagy végezték, és az alábbiakat tapasztalták:

A helyszíni szemle tárgya a ZZZ-001 forgalmi rendszámú Ikarus 435 típusú toló motoros csuklós autóbusz. Az autóbusz (továbbiakban: busz) nem a tűz keletkezési, illetve oltási helyén van szemle alá vonva, hanem a Járműfenntartó Üzem zárt, kerített, őrzött telephelyén. Az elgurulás ellen „B” tengelyén ékelt jármű három oldalról jól körüljárható, de a menetirány szerinti baloldal megközelítése, fénykép készítése a közel elhelyezkedő kerítés és növényzet miatt nehézkes. Azonban, ez a pozíció a helyszíni szemlét nem befolyásolja. A busz karosszériájának külső szemrevételezéses vizsgálata során jól megfigyelhető, hogy a karosszéria lemezeken látható égésnyomok a csukló pont közelében a legjelentősebbek.



A csukló pont és a „B” tengely közötti felületen a sárgára fényezett oldalsó karosszéria-borításról teljes mértékben a festék leégett mindkét oldalon a jármű aljáig. Erre a pontra mutatnak az égésnyomok. Ettől a ponttól távolodva a busz eleje illetve hátulja felé a külső karosszéria lemezek fényezésén egyre kevesebb égésnyom figyelhető meg. A busz külső szemléje folyamán kiderült, hogy a jármű motorja illetve hajtása hátul a „C” tengely mögött helyezkedik el, az üzemanyag tartálya pedig elől az „A” tengely mögött, a menetirány szerinti jobb oldalon. A hidraulikus rendszer is végigfut a jármű teljes hosszában, hiszen a hidraulika szivattyút a hátul levő motor hajtja, a munkahengerek pedig a csuklónál és az els

kormányzásában segítenek. A kocsiszekrény külső megfigyelése alapján jól látható, hogy a jármű összes üveg felülete megsemmisült, hiányzik, a sofőr fülke vízszintes toláblaka kivételével. Az ablaksor fölötti vízszintes karosszéria-borító lemezek a busz teljes hosszában a tűz hatására megégték, elszíneződtek. A csuklópont környezetében a hő terheléstől el is deformálódtak. A csukló gumi harmonikája teljes mértékben megsemmisült. A harmonika-erősítő acél sodrony jól kivehető.



A busz utasterének vizsgálata során látható, hogy az utasterben található összes éghető anyagú alkatrészek, ülések szinte teljes mértékben elégték, megsemmisültek. Azonban a sofőrfülke közvetlen környezetében levő éghető anyagok (habszivacs, üléskárpit, műszerfal) deformálódtak, de jól felismerhetőek. A jármű utasterében itt figyelhető meg legkevésbé a tűz károsító hatása, hőterhelése. A busz utastere az éghető anyagok eloszlásának szempontjából homogénnek tekinthető (Ebből az okból az égésnyomok irányadóak lehetnek.). A jármű padlóvonalát, padlószintjét vizsgálva látható, hogy a csuklóhoz közeledve bármelyik irányból egyre nagyobb a padlószint károsodása. A legjelentősebb károsodás a padlószinten a csuklótól előre eső terület (megközelítőleg 1 méterre), ahol a fa rétegelt lemez-burkolat is teljes keresztmetszetben átégett. A csukló alumínium bordáslemez padló borítása teljes keresztmetszetben átégett, elfolyt, különösen a busz hossz tengelyének vonalában. Az olvadt alumínium maradványok megfigyelhetőek a kötőelemek környezetében. Jól láthatóak a hőelvonás jellemzői az acélra rögzített alumínium burkolatok kötőelemeinek környezetében.

A jármű tűz által legjelentősebben károsított területe a csukló padlóvonal alatti része a hossz tengely vonalában. A csukló padló szintje alatt a busz hossz tengelye vonalában kábelkötegek, hidraulika csövek, üzemanyag csövek, pneumatikus csövek elégett maradványai figyelhetőek meg. Ezek a csövek, vezetékek a padló szint alatt megközelítőleg 20-30 centivel futottak egymáshoz képest szorosan. Ezt a köteget egy zárt szelvényből készített konzolon, acéllemez borítású „tálca” támasztja alá.



A zártszelvény konzol a busz hátsó (toló) részének alvázához van rögzítve hegesztéssel. Ez a konzol elfordul (a busz csukló fordulása esetén) a kötegben futó, a busz első feléhez stabilan vezetett, rögzített csövek, vezetékek alatt úgy, hogy közben alátámasztja azokat. A konzol külső hegesztése a jobb és a bal oldalon is el van repedve! A konzol teherviselő varratának repedése vélelmezten a jármű rázkódásából és a konzolra terhelt kábel, vezeték, csököteg tehetetlenségi tömegéből származhat. A szemle alkalmával az elégett cső, illetve vezeték maradványok, a nem éghető anyagú flexibilis csövek az említett konzolt terhelték. A vezeték-köteg alatt és a tartó konzol között koptató betét vagy annak maradványa nem látható. A jármű csuklója, illetve az említett konzol alatt olajtócsa figyelhető meg. Az olaj a járműben betöltött szerepe, funkciója a helyszínen rendelkezésre álló eszközökkel egyértelműen nem beazonosítható (hidraulikaolaj, gázolaj, stb.)

A tűz keletkezési helyére, idejére, a tűz okára, a gyújtóforrásra vonatkozó megállapítások. A tűz keletkezéséhez vezető folyamat leírása:

A tűz keletkezési helye:

Az égésnyomokat, valamint a biztonsági kamera felvételét értékelve megállapítható, hogy a tűz a ZZZ-001 forgalmi rendszámú, Ikarus 435 típusú toló motoros csuklós autóbussz csukló rész jobb oldala alatt, az ott futó elektromos kábelkötegek, hidraulika csövek, üzemanyag csövek, pneumatikus csövek környezetében keletkezett.

Ettől pontosabb keletkezési helyet a rendelkezésünkre álló információk alapján a vizsgálat során nem lehetett beazonosítani.

A tűz keletkezési ideje:

A Fővárosi Művelődési és Kulturális Ügyeletre 2xxx év. augusztus 14-én 07 óra 32 perckor érkezett a tűzjelzés.

Mócer Aranka Székház vezetősége rendelkezésünkre bocsátotta a biztonsági kamerájuk által rögzített eseményeket. Ezeken jól látható, amint az autóbussz lassan az épület mellé húzódik, majd a felvétel alatt futó órának köszönhetően egyértelműen megállapítható a tűz keletkezési ideje.

A felvétel tanúsága szerint az autóbussz 2xxx. év augusztus 14-én 07 óra 28 perckor lassan közelített az épület mellé, majd ott 07 óra 29 perckor megállt. Ezt kb. 20 másodpercet követően lehetett észlelni az első lángokat, így megállapítható, hogy a tűz 2xxx év. augusztus 14-én 07 óra 29 perckor keletkezett.

A keletkezés oka:

A tüzeset helyszínének adottságai (zárt, illetéktelenek számára nem hozzáférhető keletkezési hely), valamint a tüzeset körülményei (menet közbeni meghibásodás) már az elsődleges helyszíni szemle során is a műszaki meghibásodásból adódó tűzkeletkezés lehetőségét vetítették előre. A helyszíni szemle, valamint a póthelyszíni szemle során sem merült fel más lehetséges tűzkeletkezési ok, ezért az eljárás során, a műszaki meghibásodáson kívül valamennyi tűzkeletkezési okot kizártam és csak ezt vizsgáltam.

A csukló padlószintje alatt a busz hossz tengelye vonalában kábelkötegek, hidraulika csövek, üzemanyag csövek, pneumatikus csövek elégett maradványai voltak megfigyelhetők. Ezek a csövek, vezetékek a padlószint alatt megközelítőleg 20-30 centivel futottak egymáshoz képest szorosan. Ezeket egy zártszelvényből készített konzolon, acéllemez borítású „tálca” támasztotta alá. A zártszelvény konzol a busz hátsó (toló) részének alvázához volt rögzítve hegesztéssel. Üzem közben ez a konzol elfordul (a buszcsukló fordulása esetén) a busz első feléhez stabilan vezetett, rögzített csövek, vezetékek alatt úgy, hogy közben alátámasztja azokat.

A póthelyszíni szemle során megállapítást nyert, hogy a konzol külső hegesztése a jobb- és a baloldalon is el volt repedve! A konzol teherviselő varratának repedése vélelmezten a jármű rázkódásából és a konzolra terhelt kábel, vezeték, csököteg tehetetlenségi tömegéből származhatnak. A vizsgálat során a repedések okát nem lehetett egyértelműen igazolni és megállapítani.

A jármű vezetője meghallgatásakor elmondta, hogy a benzinkúton üzemanyagot vételezett, majd miután kikanyarodott a kúttól a jármű nem reagált a gázadásra, a fordulatszámérő nem mutatott semmit, a motor azonban tovább járt. Félregurult a busszal, majd elindult hátrafelé és a csukló alól erős fekete füst szivárgott. A motor ekkor még mindig járt, mert nem tudta leállítani. Ezt követően visszament a volán mögé, majd sebességben „lefullasztotta” a járművet, valamint feszültség-mentesítette.

A vezeték köteg és a tartó konzol között koptató betét, vagy annak maradványát nem lehetett azonosítani a szemlék idején. Ez azt jelenti, hogy a tartókonzolra terhelt elektromos vezetékek, üzemanyag-, hidraulika- és pneumatikus csövek üzemszerűen közvetlen érintkezésbe kerültek a tartó konzol fém anyagával. Ez a folyamatos használat során ahhoz vezetett, hogy a konzolra terhelt vezetékek, csövek a súrlódás következtében kopni kezdtek. A megkopott szigetelésű, szabaddá vált vezetőjű elektromos vezetékek valamelyike, valamint a jármű alvázával egyen-potenciálban levő konzol között minden valószínűség szerint testzárlat keletkezett. Az ennek hatására fellépő átfolyó áramerősség ugrásszerű megnövekedése a vezeték szigetelő anyagának meggyulladását okozta. A szorosan az elektromos vezetékek mellett futó, megkopott olajcsövek ennek hatására szintén meggyulladtak és az így kijutó éghető folyadékok tovább táplálták a tüzet. Erre utal, hogy a kamerafelvétel tanúsága szerint a tűz – az első lángok megjelenése után rövid idő elteltével – igen heves, intenzív égést mutatott. A vezetékekből kikerült üzemanyag égési folyamatban játszott szerepére utal az is,

hogy a kamerafelvételen a jármű jobb oldala alatt, közvetlenül a talajon is lánggal égés tapasztalható.

A vizsgálat során a zárlat helyét, a meghibásodott vezetékét a nagy mértékű károsodások miatt nem lehetett azonosítani. Ennek ellenére a fentiek alapján megállapítható, hogy a tűz műszaki meghibásodás, **villamos áram gyújtóhatása** miatt keletkezett. A vizsgálat során minden más gyújtóforrás kizárható volt.

Tűz terjedésére vonatkozó megállapítások:

A tűz a nyomok, valamint a rendelkezésre álló biztonsági kamera felvétele alapján a keletkezési helyéről gyorsan áttért a jármű csukló pontjában található éghető anyagokra, majd onnan tovább az utastér éghető anyagaira.

Az éghető anyagok teljes megsemmisülését a kiérkező tűzoltó rajok akadályozták meg.

A tűz a jármű motortérére, valamint az autóbusz környezetére nem terjedt át.

A személyek, az anyagi javak és a természeti környezet veszélyeztetettségére vonatkozó megállapítások:

Az égési folyamat során, az autóbuszban csak annak vezetője tartózkodott, aki az ajtókon nem tudta elhagyni a járművet, hiszen a jármű feszültség-mentesítés után nem tudta nyitni azokat. Ennek ellenére a vezetőfülké tolé ablakán keresztül el tudta hagyni a járművet, azonban a busz elhagyásáig a tűz az ő testi épségét közvetve veszélyeztette.

A tűz közvetlenül veszélyeztette az autóbusz egészét, valamint közvetve a mellette található épület külső homlokzatának polisztirol szigetelését.

A tüzeset a természeti környezetre nem jelentett veszélyt.

A személyi felelősséggel kapcsolatos megállapítások:

A tüzeset elektromos műszaki meghibásodás miatt keletkezett, személyi felelősség nem állapítható meg.

A rendőrség az ügyben: Vizsgálatot folytat Nem folytat vizsgálatot

Javaslom a tűzvizsgálati eljárás lezárását, valamint az Ügyfél Zrt. figyelmének felhívását arra, hogy a csuklós járműveknél a tartókonzol és rá terhelte kötegek közötti *koptató réteg*, valamint a vezetékek és csövek közötti *távtartó* alkalmazásával nagy mértékben csökkenthető lenne a fellépő súrlódási erő. A súrlódás kiküszöbölése nagymértékben hozzájárulna az ilyen jellegű további tüzesetek megelőzéséhez.

Budapest, 20xx év.hónap

.....
tűzvizsgáló

Parancsnoki záradék:

A tűzvizsgálat megállapításaival és a javasolt intézkedéssel egyetértek.

Budapest,év.....hó.....nap

.....
kiadmányozó

Felhasznált Irodalom:

- 1.) Higgins, Mike: Vehicle Fires – A Practical Approach
<http://www.k-chem.net/Vehicle%20Fires.pdf> (Letöltés: 2012.03.30.)
- 2.) Bara István: Az égésmélet alapjai, a járművek alapvető törvényszerűségei, 2010.
http://www.iszki.hu/wp-content/uploads/2011/03/egeselméleti_alapismeretek.pdf?PHPSESSID=27fed188ed375fd6c2e334cf699f4c5b (Letöltés: 2012.04.28.)
- 3.) Hommel, G.: Veszélyes Anyagok I. kötet; Műszaki Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
- 4.) Nemzetközi Kémiai Biztonsági Kártyák
www.omfi.hu (Letöltés: 2012.05.05.)
- 5.) Biztonsági adatlap – denaturált szesz
<http://users.atw.hu/laborom/klorid/Docs/3.pdf> (Letöltés: 2012.04.15.)
- 6.) Biztonsági adatlap – nitrohigító, benzines folttisztító
http://www.alcro-beckers.hu/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=101&Itemid=81 (Letöltés: 2012.04.29.)
- 7.) Digges, Kennerly H.: Technologies to Improve Impact Related Fire Safety, 2007.
http://www.mvfri.org/MVFRI_reports/ESV%20MVFRI%202007%2007-0480.pdf (Letöltés: 2012.03.09.)
- 8.) Higgins, Mike: The relationship of maintenance to vehicle fires, 2007.
<http://www.k-chem.net/Fires%20&%20Maintenance.pdf> (Letöltés: 2012.05.02)
- 9.) Nagy László Zoltán: A tűzvizsgálat taktikája; Budapest, 2010.
- 10.) Hochgraf, Fred; Bartlett, Wade B.: Burn Pattern in Vehicle Fires: Forensic Analysis, 1991.
<http://www.nhml.com/resources/1991/3/1/burn-pattern-in-vehicle-fires-forensic-analysis> (Letöltés: 2012.04.19.)
- 11.) Fentor László – Bartha Iván: A tűzvizsgálat alapjai, Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, 2006.
- 12.) Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, Tűzvizsgálati és Beavatkozáselemzési Főosztály, Összefoglaló jelentés, 5446/1/2007 (Tűzvizsgáló: Nagy Zoltán László tűzoltó főhadnagy)
- 13.) Autók égtek az V. kerületben
<http://www.langlovagok.hu/html/hirek/10417.shtml> (Letöltés: 2012.05.05.)
- 14.) Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, Tűzvizsgálati és Beavatkozáselemzési Főosztály, Összefoglaló jelentés, 5479/2/2008 (Tűzvizsgáló: Nagy Zoltán László tűzoltó százados)
- 15.) Török Imre: Kevésbé heves, részleges lefolyású gépjárműtüzek, 2009.

- http://www.iszki.hu/wp-content/uploads/2011/03/Kev_sb__heves_j_rm_t_zek.pdf?PHPSESSID=27fed188ed375fd6c2e334cf699f4c5b (Letöltés: 2012.04.30.)
- 16.) Kovács Ilona – Nyulászi László – Fekete Csaba – Könczöl László – Terleczy Péter: Általános Kémiai Laboratóriumi Gyakorlatok; Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem; 2011.
- 17.) Szántó Attila: Az égési maradványok mintavételének elvi és gyakorlati problémái; A gépjárműtüzek vizsgálatánál alkalmazott mintavételek általános előírásai, 2010.
<http://www.iszki.hu/wp-content/uploads/2011/03/ujsagcikk.pdf?PHPSESSID=27fed188ed375fd6c2e334cf699f4c5b> (Letöltés: 2012.04.28.)
- 18.) Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság Tűzvizsgálati Osztály, Összefoglaló jelentés, 42-6/2012/TVO (Tűzvizsgáló: Szépe Attila tűzoltó őrnagy,)
- 19.) Fire Suppression <https://www.fleet.ford.com/showroom/CVPI/FireSuppression.asp> (Letöltés: 2012.05.27.)
- 20.) Gutassy: Javaslat autóbuszok tűzbiztonsági előírásaira. Ipari szabványosítás, 1985. 5-6. szám (p. 189-192)
- 21.) Cserháti-Gutassy-Mares: Autóbuszok tűzbiztonsági vizsgálatai. I-II-III. rész. Tűzvédelem, 1985. 10. szám (p. 20-21), 1985. 11. szám (p. 12-14), 1985. 12. szám (p. 13-15)
- 22.) Fehérvári-Cserháti-Tatai: Autóbuszok aktív tűzbiztonsági vizsgálatai. Égetési kísérletek. A XV. Autóbusz szakértői tanácskozás kiadványa. GTE, Budapest, 1984. szeptember 4-7. I. kötet (p. 270-282)
- 23.) Mares-Nagy-Gutassy: Autóbuszok passzív tűzbiztonsági vizsgálatai. Menekülési kísérletek. A XV. Autóbusz szakértői tanácskozás kiadványa. GTE, Budapest, 1984. szeptember 4-7. I. kötet (p. 263-269)

IV. Szabadtéri tüzesetek vizsgálata



Hazánkban a szabadtéri tüzek relatív gyakorisága az utóbbi évtizedekben megnőtt. Ennek okai az éghajlati szélsőségekben, a kevesebb csapadékban, a magasabb éves átlaghőmérsékletben, valamint a hótakaró nélküli telek sorozatában keresendők. Jellemző, hogy nem csupán az erdőtüzek száma növekedett meg, hanem esetenként a tűz terjedési sebessége és intenzitása is. A nagyobb intenzitású erdőtüzek a korábbinál nagyobb területet érinthetnek és nehezebb eloltani őket.

A hazai erdőkben az ún. felszíni tüzek a jellemzőek, mikor is az erdő talaján levő avar, egyéb elhalt növényi részek, illetve kisebb méretű cserjék kapnak lángra. Ezek nagy intenzitású égés esetén koronatüzzé fejlődhetnek. A koronatüzek többnyire fenyőerdőben keletkeznek, jellemzően az alföldi fenyvesekben. A tűz típusát tekintve hazánkban a talajfelszín alatti tüzek nem jelentősek, bár – a helyenként jelentős vastagságot elérő tőzegréteg időnkénti meggyulladására miatt – nem is teljesen ismeretlenek.

A keletkező erdőtüzek mérete, néhány kivétellel, nem haladja meg az 50 hektárt. Az 1 hektárnál kisebb tüzek aránya átlagosan 35%. A legtöbb gondot az „átlagos méretű” (1-10 hektár közti) tüzek okozzák, amik az éves tüzesetszám 60-65%-át teszik ki, átlagosan 5,9 hektáros területtel.

Hazánkban, a klimatikus viszonyok és a vegetáció összetétel miatt az erdőtüzek természetes úton való keletkezése nem jellemző – arányuk 1% alatti –. **A tüzek többsége emberi gondatlanság vagy szándékosság következménye.**

Jellemző a szabadtéri tüzek éven belüli előfordulási ideje. Ennek és a tüzek területi kiterjedésének összevetése azt mutatja, hogy két kiemelten tűzveszélyes időszakot különíthetünk el, ekkor keletkezik az erdőtüzek 70-75%-a.

A Magyarországi erdő- és vegetációtüzek csoportosítása

Az erdőtüzeket nem lehet mereven elválasztani a nem erdőterületen égő egyéb vegetáció tüzektől, hiszen a tüzek gyakran nem erdőterületről terjednek át az erdőre. Két fő csoportosítási szempontot érdemes megvizsgálni. Az egyik a **kár helye szerinti** csoportosítás, a másik pedig a **keletkezés időszaka szerinti** csoportosítás, amelyek természetesen tartalmaznak átfedéseket. Ezek ismerete azért lényeges, mert a tűz helyszínének leírása nem lenne megfelelő, ha nem lennének tisztában olyan fontos fogalmakkal, mint pl. a koronatűz, vagy pl. tőzegtűz. Ugyanakkor a tűz által érintett területen előforduló növényi vegetáció összetételének és a keletkezési időszaknak a pontos feltérképezése is sok olyan hasznos információt hordoz a későbbiekben, ami a tűzvizsgálat szempontjából döntő lehet. Pl. a fenyőerdő lényegesen nagyobb tűzkockázatot jelent, mint a vegetációs időszak elején magas nedvességtartalommal rendelkező nyárfaerdő. Ugyanez igaz a lágyszárú növényekre. A vegetáció elején (április – május) nedvességtartalmuk 40-70 % is lehet. A nyár végén, a szárazság, aszály hatására, azonban ez 15-20 % alá is csökkenhet, ami szintén növeli a tűzkockázatot.

I: A kár helye szerint csoportosítás:

Ezen belül két fő csoportot különböztetünk meg:

-Földfelszíni tűz (avartűz):



A talaj mentén, a száraz avarban, túalombban terjed. Idősebb, vastag kérgű állományok jó esetben átvészeltetik, elsősorban szeles időben, amikor a tűz gyorsan halad, és a törzsön lévő kérget éri csak, de a kambium nem sérül. Sajnos ez nem mindig van így! Elsősorban fenyves állományokban fejlődik koronatüzzé, de elmondható, hogy az okozott kár már itt is jelentős. Kiemelten igaz ez a fiatal erdőkre, csemetésekre. Az éghajlat szárazabbá válásával lombos állományokban is megnő a tűz sebessége, ezzel az okozott kár is, egyenes arányban.

-Koronatűz:

Ha a koronába is eljutnak a lángok, akkor már az okozott kár általában végzetes az erdőállomány számára. Kifejezetten veszélyes és gyorsan terjed a koronatűz a sűrű, elsősorban alföldi fenyőállományokban.



A nagy területű, gyors, intenzív és későn észlelt erdőtüzek a keletkező tömény füst miatt a közúti, vasúti forgalom fennakadását is előidézhetik, akár az emberre is közvetlen életveszélyt jelentve!

II. A keletkezés időszaka szerinti csoportosítás:

Ezen belül a Magyarországi vegetációtüzeket **4 fő csoportba** sorolhatjuk:

1. Tavasz tüzek:

Ezek jellemzően a hóolvadás utáni, február-áprilisi csapadékmentes időszakokra esnek. Habár a tűz használata a mezőgazdaságban elvesztette korábbi funkcióját, a „hagyományos” gazdálkodásnak továbbra is része a kora tavaszi időszakban a rét- és tarlóégetés. A gondatlanul meggyújtott és nem kellően felügyelt tűz könnyen átterjed a környező erdőkre is. A tűz tovaterjedését segíti, hogy a vegetáció még nem zöldült ki, és az előző évről nagy mennyiségű elszáradt lágyszárú növényzet, illetve lomb található a területen, amely száraz időben könnyen lángra lobban.



A tavaszi vegetációtüzek főként lombos erdősítésekben és fiatalosokban, cserjésekben és gyepterületeken keletkeznek. Ezek kis, esetleg közepes intenzitással égnek. A tűz az erdősítésekben – azokat részben vagy teljesen elpusztítva – jelentős károkat okoz.

Megemlítendő, hogy általában az **Észak-Magyarországi régióban** (Borsod-Abaúj-Zemplén, Heves, Nógrád megyék) keletkezik a tavaszi tüzek 40-45%-a, ami ezen országgrész kiemelt veszélyeztetettségét jelzi. Itt az erdőtüzek magas száma az ismert szocio-ökonómiai problémákra vezethető vissza.

2. Száraz, aszályos nyarakon keletkező tüzek:

A nyári időszakban a hosszabb csapadékmentes, száraz-meleg időjárási viszonyok következtében az erdei avar és tülevélréteg, illetve az itt felhalmozódott elhalt gallyak, ágak teljesen kiszáradnak és könnyen lángra kapnak, szintén elsősorban a felelőtlenül gyújtott tüzek hatására. Előfordulásuk a július-szeptemberi hónapokban jellemző.



Ebben az időszakban főként a fenyőerdők veszélyeztetettek, mert aszályos időben könnyen koronatűzzé fejlődik bennük akár egy kisebb avartűz is.

A nyári tüzek nagy része – a tavaszi idősakkal ellentétben – főként az **Alföldön pusztít**. Bács-Kiskun és Csongrád megye száraz termőhelyű fenyveseiben szinte minden évben keletkezik erdőtűz, ha nem is olyan drámai mértékű, mint 2007 nyarán.

Külön csoportot képeznek az alföldi borókás-nyaras társulásokban, elsősorban nyáron keletkező tüzek.



Tűz a bugaci ősbörökásban



Borókástűz Tatárszentgyörgy és Örkény között

A boróka (*Juniperus communis*) egy 3-5 méter magasra növe őrközd cserje, a ciprusfélék családjába tartozik. Az egész északi féltekén honos, és bár a magyarországi éghajlatnál kissé hűvösebbet kedveli, nálunk is sokfelé megtalálható. Kétféle növény, növekedése lassú, fényigénye nagy. A boróka népies elnevezései közé tartozik a boroviczka, a röviditalok kedvelőinek így biztos ismerősebb, akinek pedig ez semmit nem mond, annak én mondom, hogy a boroviczka egy igencsak kedvelt tömény szeszessital, Szlovákiában afféle nemzeti büszkeség, mint nálunk az Unicum.

3. Nyár végén, ősszel gyepterületeken keletkező tüzek:

A nyár végén illetve késő ősszel gyepterületeken keletkező tüzek elsősorban az alföldi régióra jellemzőek.



Lángoló ősgyep a Hortobágyon

Gyepeknek nevezzük azokat a gyeplételeket, amelyek természetes vagy mesterséges növényzete a takarmányozás szempontjából értékes élő növényfajokból áll és termése legeltetéssel vagy kaszálással hasznosítható. A takarmányozási szempontok az egyéb felhasználású gyepek esetében háttérbe szorulnak és elsődleges feladatként sportolásra alkalmas pázsit céljára megfelelő növényzetből állnak, vagy talajvédő szerepet töltenek be. Hétköznapi értelemben gyeplételek alatt főként pázsitfűvekkel egyenletesen és sűrűn benőtt mezőt

vagy térséget értünk. Botanikai megközelítés szerint a gyepek főként edafikus hatásokra kialakult, változatos növényi összetételű fátlan növénytakarok.

A gyepterületek magyarországi helyzete

A XIX. században a gyepek kiterjedése hazánk területén elérte a 30%-ot. 2005-ben 1 millió 57 ezer ha gyepek tartottak nyilván, ami a termőterület 13,7%-át tette ki. Jelenleg hazánkban a védett területek nagysága meghaladja a 839 ezer ha-t és ennek mintegy negyede, 221 250 ha gyepek művelési ágú. A nemzeti parkjaink igazgatóságainak vagyongazdálkodásában 168 563 ha gyepterület van, amelyből 124 693 ha-t haszonbérbe adtak, a fennmaradó részt pedig saját hatáskörben hasznosítják. A gyepek területe a feltörés, erdősítés, illetve beépítések miatt a múltban fokozatosan csökkent, amely mellé társult a gyeptársulások degradációja a legeltetett állatlétszám jelentős csökkenése, valamint egyes területek vízgazdálkodásának megváltozása következtében. A legeltetés elvesztette korábbi jelentőségét az állattenyésztésben, mivel a tömegtakarmány előállítás a gyepről a szántóföldre tevődött át. A szarvasmarha és juh létszám az elmúlt 15 évben 50%-kal csökkent, a vágómarha termelés több mint 60%-kal esett vissza.

A gyepek 90%-a természetes és természetközeli gyepek, 80%-a alföldi fekvésű, kedvezőtlen adottságú területeken (30%-a szikes, több mint 20%-a réti talajokon, 12%-a öntés- és láptalajon, 20%-a barna erdőtalajokon, 3-4%-a rendzinákon, illetve homokon) található. A jó termőképességű csernozjom talajokon előforduló gyepek aránya mindössze 9%. Ennél fogva a gyepek 70%-a alacsony produktivitású, csak 5%-a jó termőképességű. Átlagos aranykorona értékük 8,4 AK, az ősgyepek átlagos aranykorona értéke pedig 6,0 AK. A hozamok alacsony színvonalúak (1,3 t szénáérték/ha). A GDP kevesebb mint 1%-a származik a gyepek hasznosításából. A múltban a legjobb talajadottságú gyepeket feltörték, a megmaradó gyepek talaját gyenge tápanyagszolgáltató-képesség, rossz víz- és levegőgazdálkodás, szikesség vagy alacsony kolloid tartalom jellemzi. A gyepek 50%-a természetvédelmi szempontból potenciálisan értékes. Hozzájuk kötődik a védett fajok 30 %-a.

4. Nyári tőzegtűzek:

A tőzegtűzek a felszín alatti tűz típusába tartoznak. Aszályos, száraz nyarakon fordulnak elő, általában a tőzegerület felett meggyulladó felszíni vegetációtűz következtében keletkeznek.

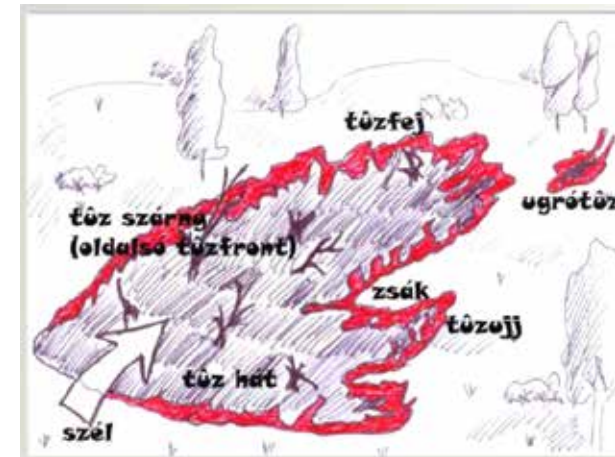


Tőzegtűz Csíkszereda határában

Az erdő- és vegetációtűzeknél azonosítható égésnyomok

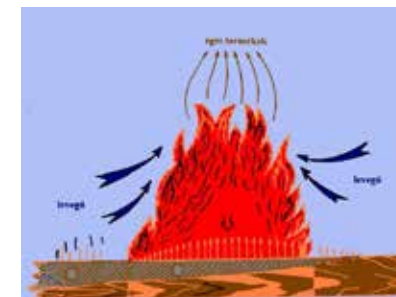
A tűz által érintett terület pontos behatárolása az első legfontosabb lépés a helyszíni szemle során. Ez a mai „GPS-es”, „okostelefonos” világban viszonylag könnyen kivitelezhető. Legalább 4 GPS koordináta az, amivel ezt közelítőleg meg lehet oldani. Azonban viszonylag ritka a szabályos négyzet, vagy téglalap alakú tűzterület, ezért célszerű ennél több koordinátát használni. Az áttekinthetőség miatt azonban nem célszerű a másik végletig sem elmenni. Jellemzően 6-12 GPS koordinátával szinte valamennyi tűz által határolt terület jól behatárolható.

Az erdő- és vegetációtűzek égésének jellemzője, hogy az égéshez szükséges ideális légcseré, a **korlátlan levegő utánpótlás** miatt az égés teljes időtartama alatt biztosított. A másik jellemzőjük, hogy a **tűz terjedését alapvetően a szélviszonyok** (szél erőssége, iránya) **irányítják**.



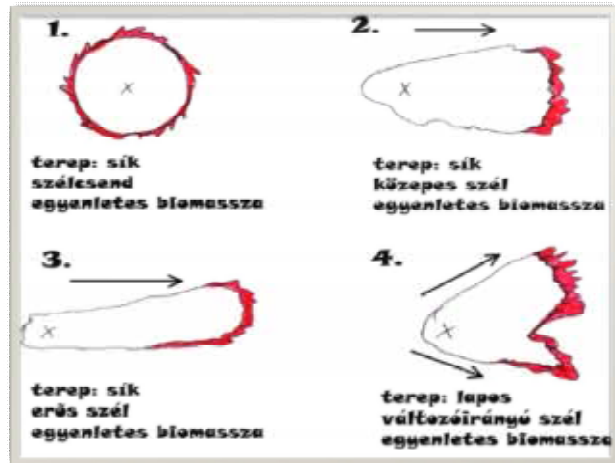
Szabadtéri tűz során jelentkező tűzlenyomatok

Ebből adódik, hogy a szemle során a szél erősségét, irányát, változását, folyamatosan nyomon kell követni. Az Országos Meteorológiai Szolgálat hivatalos honlapján ez akár utólag (a szemle megtörténte után) is beszerezhető. Nehezíti a helyzetet, hogy a tűz „légzése” (légcseréje) során, maga is képes arra, hogy szelet hozzon létre.

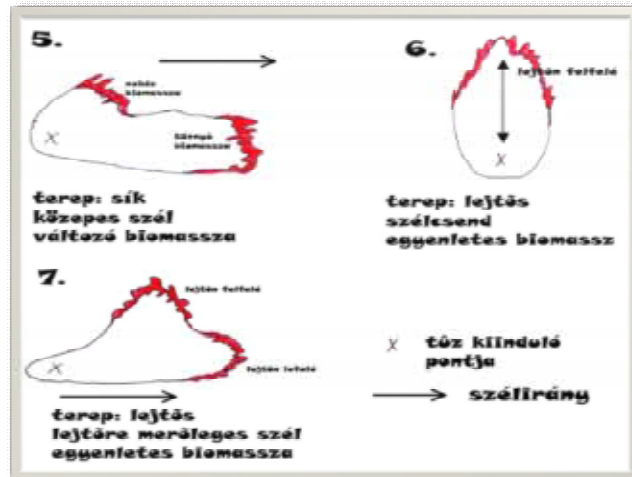


Gyakorlatilag azt lehet mondani, hogy ha a vegetációtűz idején nem volt szél, akkor majd lesz. Ennek oka, az égés dinamikájában van. Hiszen a láng zónájával érintkező levegőreteg felmelegszik, ezáltal a sűrűsége csökken és a sűrűségcsökkenés miatt felfelé mozdul el. A felszálló melegebb légtömeg helyére, pedig hideg levegő áramlik. Tehát a légsere során a szélhez hasonló légáramlás jön létre.

A szabadtéren bekövetkezett tüzek harmadik fontos jellemzője, hogy a **tűzkeletkezési hely, helyek meghatározása nehézkes**. Ennek oka sokrétű, de elsősorban a nagy tűz által érintett területre, a homogén égésnyomokra, és a változó irányú szélre, légmozgásra vezethetőek vissza, stb.



Terepviszony és a szél kapcsolata szabadtéri tüzeknél I.



Terepviszony és a szél kapcsolata szabadtéri tüzeknél II.

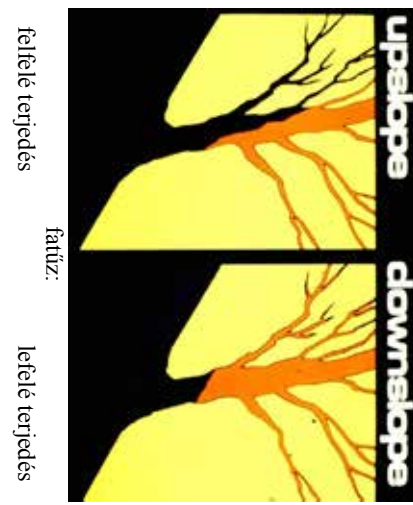
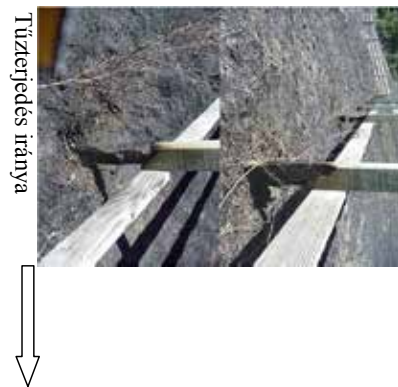
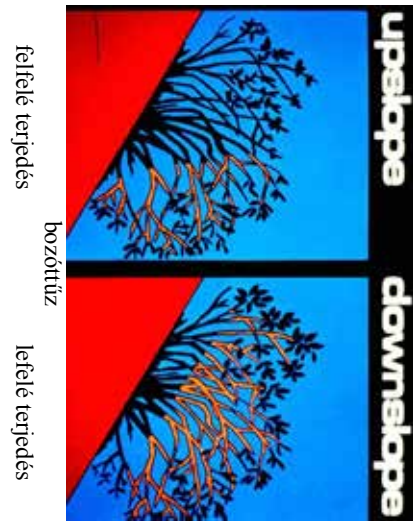
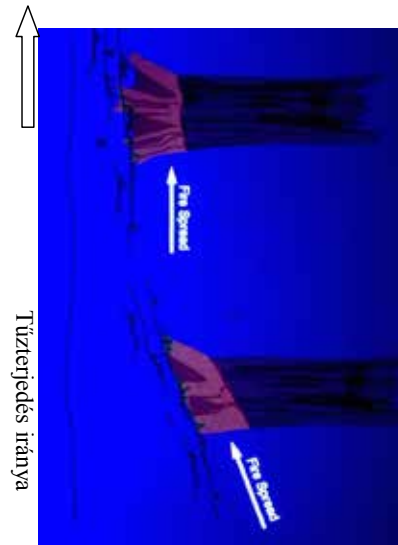
Az égésnyomokból elsősorban a tűz terjedésére tudunk következtetni, de sok esetben nem sikerül 100-200 m² alá szűkíteni a keletkezési helyet. A röptűz, és az ugrótűz jelensége félreviheti a tűzvizsgálatot, mivel ott határolunk be több keletkezési helyet, ahol ez az égés későbbi szakaszában alakult ki, és nem ez volt az ok, csak már, mint okozat jelentkezik. Ezért minden esetben vizsgálni kell, tanúk tűzoltók, tűzoltásvezető bevonásával, hogy volt-e röptűz, ugrótűz jelensége.



A tűz terjedési nyomait nem csak globálisan célszerű vizsgálni - bár az mindenképp elengedhetetlen -, hanem érdemes külön-külön is megvizsgálni az egyes növényeken, fás részekben keletkezett égésnyomokat, beégéseket. Alapvetően, itt is a terepviszonyok és a szél iránya befolyásolja a terjedést. Ha nem sík, hanem lejtős terepviszonyok mutatkoznak, akkor eltérő nyomok keletkeznek a felfelé, illetve a lefelé történő terjedés esetén (lásd: következő oldal).

A felfelé történő terjedés esetén a növényzet a terjedés irányával megegyező oldala kevésbé károsodik. Ebben az esetben, ha a talaj síkját és a növényzetten keletkező károsodott és nem károsodott határoló vonalat képzeletben meghosszabbítjuk, úgy hogy a térben metszék egymást, akkor nagyjából 45° körüli szöget kapunk, de ez a szög soha nem párhuzamos a talajsíkkal és legfeljebb merőleges arra ($\alpha \approx 45^\circ$, de $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$).

A lefelé történő terjedés esetén a talajsíkat valamint a károsodott és a nem károsodott részek közötti demarkációs vonal egymással párhuzamos, azokat egymásra helyezve az általuk bezárt szög 0-hoz közelít ($\alpha \approx 0^\circ$).



Az égést befolyásoló tényezők:

A biomassa:

- mennyisége,
- nedvességtartalma,
- elhelyezkedése.

Az időjárási körülmények:

- szél iránya, erőssége,
- relatív páratartalom,
- hőmérséklet.

Az égést befolyásoló fizikai jelenségek:

	<p><i>Termikus turbulencia</i></p>
	<p><i>Mechanikai turbulencia</i></p>
	<p><i>Buborék képződése</i> (röptűz, ugrótűz jelenség)</p>

Gyakorlati példa

Tűzjelzés ideje: 20XY év. augusztus 03-án, 17 óra 33 perc.

Tűzeset helve:

Budapest, XXX. kerület, Cikornyás út melletti terület.

Tűzvizsgálat megindításának oka:

A 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet 3. § (1) bekezdés c) pontja alapján tűzvizsgálati eljárást kell lefolytatni, ha a tűzeset minősített riasztási fokozata III-as, vagy annál magasabb volt.

Tűz keletkezésének megállapított/vélelmezett ideje:

20XY. év augusztus 03-án, kb. 17 óra 25 perc.

Tűzoltói beavatkozás történt-e: IGEN NEM

A károsult/ak adatai:

Prof. Dr. Károsult Nimród
1331 Budapest, Tűzgyújtó út 666.

Sérült/ek, elhunyt/ak adatai:

Az esemény során személyi sérülés nem történt.

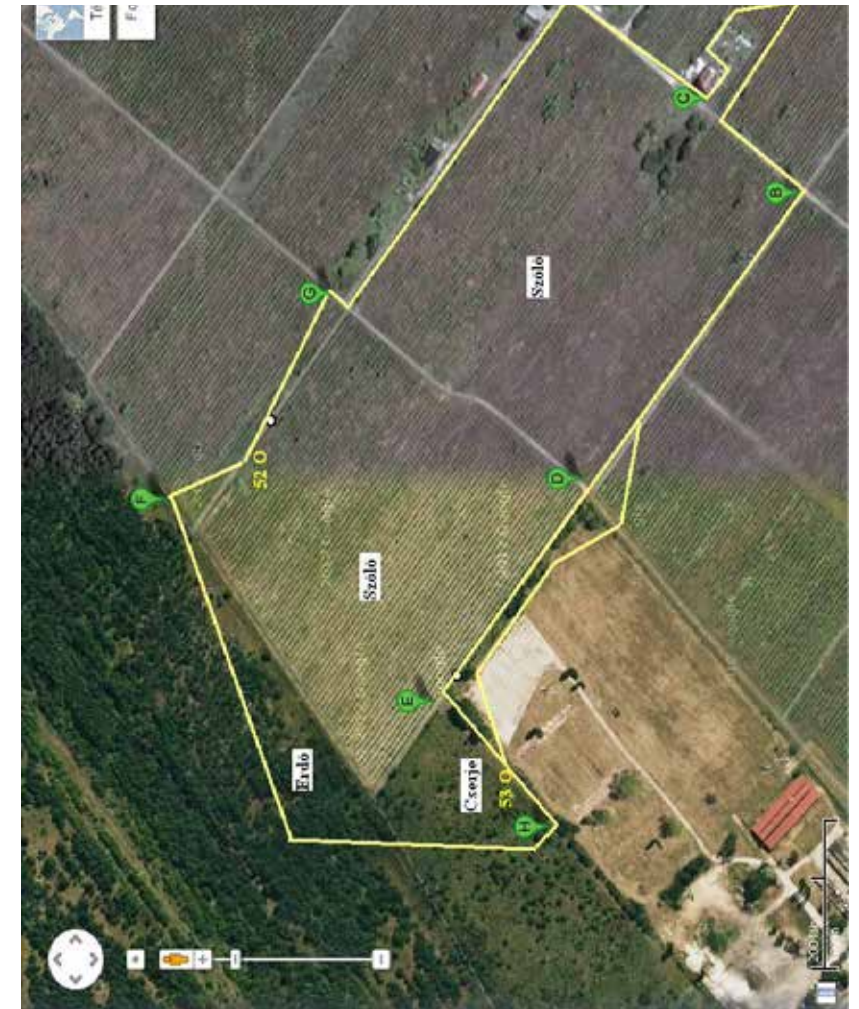
A tűz helyszínének általános leírása:

A tűzeset helyszínén az alábbiakat tapasztaltam.

A Budapest, XXX. kerület Cikornyás úttól észak-keletre, a Tulipánvölgyi út és Cikornyás út kereszteződésétől déli irányban egy TSZ területe helyezkedett el. A TSZ területén szőlőművelés folyt.

A TSZ területét észak-nyugati irányból fás, cserjés terület, észak-keleti irányból a Napfényes út, dél-keleti és dél-nyugati irányból lakó, üdülő terület (Cikornyás út, Forrásmajori u., Szőlővirág u., Árokdőltő u., India u.) határolt. A terület közepén több téglalapú épület található lepusztult állapotban. A szőlő elhanyagolt, felverte a gaz.

A tűz által érintett területen fekvő pontok pontos elhelyezkedését az alábbi térképszelvény tartalmazza:



Jelmagyarázat:

A	147.49565768° E 19.25166666°
B	147.4979665° E 19.24867286°
C	147.49660072° E 19.2496011°
D	147.4984458° E 19.2462646°
E	147.5004451° E 19.2442654°
F	147.5022207° E 19.2460831°
G	147.5011013° E 19.2479274°
H	147.496663° E 19.243148°

53 O Elektromos vezeték 53-as oszlopa
52 O Elektromos vezeték 52-es oszlopa

Tűz által érintett terület a sárga színű vonalak által közrezárt terület.

Az „A” ponttól (N47,4995768° E19,2506886°) észak-nyugatra és dél-nyugatra haladó föld utak határolták a károsodott területet. A dél-nyugati irányba haladó földúttól észak-nyugatra a szőlő és az aljnövényzet szenesedett, égett. Ezen a területen épületek nem helyezkedtek el.

Az „A” ponttól 125 m-re „C” (N47,4986072° E19,2496811°) pontnál a földút mellett építési törmelék és kommunális hulladék helyezkedett el. Az út másik, dél-keleti oldalán egy téglalap alakú épület található, amely mellett és mögött szintén hulladék feküdt. Az épület mellett 5 m-es sávban és mögötte 55 m távolságig a hulladék és a gyom égett.

Az „A” és „C” pontokat összekötő földút vonalán helyezkedett el a „B” pont (N47,4979856° E19,2488286°). A „B” ponttól északi irányban 90°-os szögben terült el a károsodott terület. A „B” pont környezetében csak szőlő és száraz gyomnövények voltak láthatóak. A tűz az út túloldalára nem terjedt.

A „B” pontban két földút derékszögben metszette egymást. Észak-nyugati irányba haladó földutat egy másik földút keresztezte, a földutak találkozása a „D” pont (N47,4994459° E19,2462646°). A „D” ponttól dél-nyugatra 30 m sávban károsodott a növényzet, ez a terület ék alakban déli irányban keskenyedett. Az út észak-keleti oldalán lévő szőlő és aljnövényzet égett. Az utat dél-nyugati oldalán kerítés határolta, a kerítés mellett 10 m-es sávban az aljnövényzet égett.



A tűz által érintett területen építési törmelék feküdt.

A földút észak-nyugati irányban folytatódott, egy földút csatlakozott ahhoz az „E” pontban (N47,5004451° E19,2442654°). A csatlakozó földút dél-keleti oldalát kerítés határolta. A kerítés mögötti területen ék alakú részen az aljnövényzet égett, a károsodott terület 35 m

hosszan terült el. Az út észak-nyugati oldalán fás, cserjés terület húzódott, az úttal párhuzamosan nagy feszültségű elektromos légvezeték húzódott. Az ezen a területen lévő 53-as számú vezeték tartó oszlop környezetében hulladék feküdt. Az oszlop és a vezeték nem károsodott. A fás, cserjés terület a „H” pontig (N47,499663° E19,243148°) terjedő részen égett.

Az „E” ponttól északra tovább haladó földút 85 m után derékszögben keleti irányba folytatódott. Az út északi oldalán fás terület húzódott, déli oldalán a szőlő terült el. A fás területen az aljnövényzet égett. A károsodott terület a földutak kereszteződésénél volt a legszélesebb, kelet felé haladva elkeskenyedett. A déli oldalon a szőlő és a gyom égett.

Az „F” ponttól (N47,5022207° E19,2460831°) északra lévő fás terület ép volt, ide a tűz már nem terjedt. Az „F” ponttól dél-nyugatra a szőlő égett, a többi irányban károsodás nem látszódott. Az „F” ponttól 55 m-re lévő 52-es számú oszlopon és a vezetéken sem látszódott tűzből eredő sérülés.



A területen keresztül haladó elektromos vezetékek és tartó oszlopaik nem károsodtak.

Az „F” ponttól délre lévő „G” ponton (N47,5011013° E19,2479274°) dél-keleti irányban keresztülhaladó földút határolta a károsodott területet, az út észak-keleti oldalán lévő szőlő, növényzet és épület nem károsodott.

Az eset során kb. 13 hektáros területen károsodott a növényzet, a terület 90%-át szőlő, 10%-át fa, cserje borította. A TSZ területén lévő épületeket a tűz nem károsította.



A területet túlnyomó részt elhanyagolt szőlő borította.

A tűz terjedését segítette a száraz, meleg idő. A szőlő elhanyagolt volt, a száraz gyomos területen a tűz gyorsan terjedt.

A területen több földút keresztül haladt, az út mellett több helyen kommunális hulladékot, építési törmelékot helyeztek el. A területen keresztül haladó elektromos vezeték és tartóoszlopai nem károsodtak a tűzben.

A tűz feltehetően a terület észak-nyugati sarkában lévő fás, cserjés területen keletkezett és onnan terjedt dél-nyugati irányba.

A szemle során gyújtóforrásként szóba jövő eszközt, berendezést, anyagot nem lehetett azonosítani.

A tűz keletkezéséhez vezető folyamat leírása:

A tűz keletkezési helye:

A tűz a Budapest XXX. kerület, Cikornyás úttól észak-nyugatra elterülő szőlőt és az azt határoló területet érintette.

A tűz feltehetően a terület észak-nyugati sarkában lévő fás, cserjés területen keletkezett és onnan terjedt dél-nyugati irányba.

A tűz 13 hektár területet érintett.

A tűz keletkezési ideje:

A Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Műveletirányítási Ügyletre 20XY év. augusztus 3-án, 17 óra 33 perckor érkezett a jelzés.

A tűz lakott területtől, nagy forgalmú úttól távol eső, elhagyatott területet érintett, így a tűz észlelése csak akkor volt lehetséges, amikor már a tűz kifejlődött, és a keletkező füstoszlop már messziről is látható volt.

A rendelkezésre álló információk, a helyszíni szemlén tapasztalt égésnyomok alapján a tűz keletkezési idejét 20XY év. augusztus 3-án 17 óra 25 percre vélelmezem.

Az esemény során égő, károsodott anyagok:

A tüzeset során a Budapest XXX. kerület, Cikornyás úttól észak-nyugatra lévő, túlnyomó rész szőlőből álló, kb. 13 hektár nagyságú területet érintett. Az eset során száraz aljnövényzet, szőlő, és a területen elhelyezett hulladék égett.

További anyag, tárgy, eszköz, jármű, berendezés nem károsodott.

A keletkezés oka:

A tűz által érintett területen magas-feszültségű villamos vezetékek haladtak keresztül. A vezetékeken és az oszlopokon tűzből eredő sérülés nem volt azonosítható, tehát az elektromos energiát, mint gyújtóforrást kizártam. A területen nem volt sem ideiglenes, sem állandó tűzrakó-hely, így a szabadban történő tüzelés már a helyszínen kizárható volt. A tüzeset idején, és az azt megelőző időszakban száraz, napos idő volt, villámlási tevékenység nem volt megfigyelhető, ez alapján a villámlás, mint tűzkeletkezési ok kizárható volt.

A tűz keletkezési helyének környezeti adottságai következtében, valamint a meteorológiai viszonyokra tekintettel, dohányzáson és a szándékos tűzokozáson kívül minden egyéb keletkezési ok kizárhatóvá vált, ezekre utaló körülmény a vizsgálat során fel sem merült.

Egy gondatlanul eldobott dohánynemű gyújtási energiája elegendő ahhoz, hogy a száraz szalmát meggyújtsa és ekkor önfenntartó égés valósuljon meg. A levágott szalmán a tűz a szélviszonyok függvényében tovább tud terjedni.

A helyszínen dohányneműt, vagy annak maradványát nem lehetett azonosítani, de az meg is semmisülhetett az eset során.

A szőlő szabadon megközelíthető volt.

A száraz növényzet nyílt lánggal, vagy más tűz gyújtásra alkalmas eszközzel meggyújtható és önfenntartó égés valósulhat meg.

A tüzeset helyszínének közelében korábbi hasonló tüzesetről nincs tudomásom. A helyszínen a tanúkutatás nem járt eredménnyel, a tűz elhagyatott, alacsony forgalmú helyszínen keletkezett.

Bizonyítékok hiányában a logikai kapcsolat mindkét szóba jöhető keletkezési ok esetén hiányos, ezért közülük kellő bizonyossággal egyik sem zárható ki, illetve állapítható meg.

Fentiek ismeretében a tűz keletkezésének okát **ismeretlenként** határozom meg, mivel a 44/2011. (XII. 5.) BM rendelet 10 § (4) bekezdése alapján, *ha a tűz keletkezésének oka nem állapítható meg vagy nem bizonyítható, akkor azt a tűzvizsgálati jelentésben ismeretlenként kell megjelölni.*

A tűz terjedésére vonatkozó megállapítások:

A tűz a Budapest XXX. kerület, Cikornyás úttól észak-nyugatra elterülő szőlőt és az azt határoló területet érintette. A tűz minden valószínűség szerint a terület észak-nyugati sarkában lévő fás, cserjés területen keletkezett és onnan terjedt dél-nyugati irányba.

Az eset során 13 hektár területen károsodott a növényzet.

A tűz terjedésének határt szabott a TSZ területén kialakított.

A tüzet a kiterjedő tűzoltók oltották el.

A személyek, az anyagi javak és a természeti környezet veszélyeztetettségére vonatkozó megállapítások:

A tűz közvetlenül veszélyeztette a Budapest XXX. kerület, Cikornyás úttól észak-nyugatra elterülő szőlőt és az azt határoló területet. Személyek közvetett és közvetlen veszélyeztetettségéről nincs tudomásunk. A tűz a TSZ épületeit, és a természeti környezetet közvetve veszélyeztette.

A személyi felelősséggel kapcsolatos megállapítások:

Tekintettel arra, hogy a tűz keletkezési oka ismeretlen, ezért személyi felelősséggel kapcsolatban megállapítás nem tehető.

A rendőrség az ügyben:

Vizsgálatot folytat

Nem folytat vizsgálatot

A vizsgálatot folytató rendőri szervezet:

-

Javaslatok további intézkedésre:

Javaslom a tűzvizsgálati eljárás lezárását.

.....
tűzvizsgáló

Parancsnoki záradék:

.....
kiadmányozó

A meteorológia alkalmazási lehetőségei az erdő- és vegetációtüzek elleni védekezésben*Tűz időjárás index:*

Magyarországi erdő és vegetációtüzek kb. 99 % emberi tevékenység következménye (elsősorban gondatlanság de számos esetben a szándékosság is megállapítható). Az erdőtüzekre vonatkozó hatályos jogszabály további fejlesztést igényel, oly módon, hogy figyelembe vegye a megváltozott birtokszerkezeti és szocio-ökonómiai viszonyokat. A tűzgyújtási tilalom rendszere nem minden esetben hatékony. A tilalom elrendelésére sokszor csak a tavaszi tűzszézon után késve kerül sor, s az időjárási viszonyok változására tekintet nélkül általában egészen őszig fenntartják. Az általános tiltás és szankcióval fenyegetés nem minden esetben éri el a kívánt hatást.

Az adott időszakra jellemző vegetációtűz kockázat jellemzésére számos országban kialakították az ún. tűz-időjárás indexet (Fire Weather Index). Általában index értékéhez kapcsolódva szabályozza a jogalkotó az adott időszakban, adott területen végezhető tűzveszélyes tevékenységeket. Ezzel elkerülhetőek az általános tiltás egyértelmű hátrányai. Az időjárás index mindemellett jól kommunikálható, könnyen érthető adat a lakosság számára.

Tűzkockázati térképezés

Az erdőtüzek elleni védekezés fontos eszköze a tűz-kockázati térképezés, amely adott terület domborzati- és állomány- és szocio-ökonómiai viszonyainak figyelembevételével értékeli a tűz keletkezésének valószínűségét. A tűzkockázati értékelésnek számos módja alakult ki, emiatt számos szakszó honosodott meg a szaknyelvben. A terminológia azonban nem egységes, bár folyamatos a törekvés az összehangolásra (Hardy, 2005). A nemzetközi szakirodalomban használatos definíciók adaptálása magyar nyelvre nem könnyű, hiszen egyaránt a „kockázat esetleg veszély” szavakkal fordíthatóak. Éppen ezért szükséges e fogalmak rövid ismertetése:

Fire Hazard: A területen lévő éghető biomassza mennyiségét, éghetőségét kifejező mutató. Nevezhetjük „statikus” kockázatnak is.

Fire Risk: Az a veszély, hogy az éghető biomassza egy adott területen meggyullad, ember vagy villám (esetleg más, természetes tűz keletkezési ok) iniciálja. A „dinamikus” kockázat.

Fire Danger: Annak a kockázata, hogy adott területen, adott környezeti feltételek mellett (éghető biomassza, mikroklíma, időjárás), adott szocio-ökonómiai viszonyok között tűz keletkezik.

A meteorológiai adatok, időjárás-előrejelzések a megelőzés elengedhetetlen eszközei, melyek az adott időszakban keletkező tüzek várható terjedési viszonyairól is információt nyújthatnak a tűzoltásban résztvevőknek. Mindemellett kiemelt fontosságú biztonsági kérdés hogy a tűz oltásánál megfelelő időjárás adatok álljanak rendelkezésre. Különösen nagyobb területű erdőtüzeknél fontos lehet:

- az időjárás adatok és előrejelzések eljuttatása az irányítási ponthoz, ehhez esetleg megfelelő szabvány adatlap kialakítása,
- mobil meteorológiai állomás alkalmazása.

Egyes területek értékelése vegetációtűz kockázati szempontból

A térinformatika fejlődése új eszközöket adott a különböző természeti katasztrófák (erdőtűz, aszály, árvíz, stb.) kockázatával és modellezésével foglalkozó szakemberek számára. A térinformatikai rendszerek alkalmazásának számtalan előnye van. Ezek közül talán a legfontosabbak, hogy a különböző információkat (topográfia, vegetáció) együtt lehet elemezni, illetve hogy az eredmények grafikus formában, az alkalmazók számára is könnyen értelmezhető módon jelennek meg. A tűzkockázati térképek segítségével a kockázatos területek azonosításán túlmenően lehetőség a tűzoltási kapacitások elosztásának, illetve a megelőzési tevékenységek koordinálásának szakmai megalapozására.

A vegetáció- és erdőtűz kockázat térinformatikai alapokon nyugvó térképezésére számtalan módszer létezik (Maracchi et. al., 2000; Jaiswal et. al., 2002; Hernandez-Leal et. al., 2006). E módszerek alapelve gyakorlatilag megegyezik, a különbözőség minden esetben a felhasznált paraméterek számában, illetve az input-paraméterek súlyozásában van. Általánosságban a következő összefüggés írja le a tűzkockázati index kiszámításának módszerét:

$$\text{FireRisk Index} = A(\text{Vegetation}) + B(\text{Habitation}) + C(\text{Road}) + D(\text{Slope}),$$

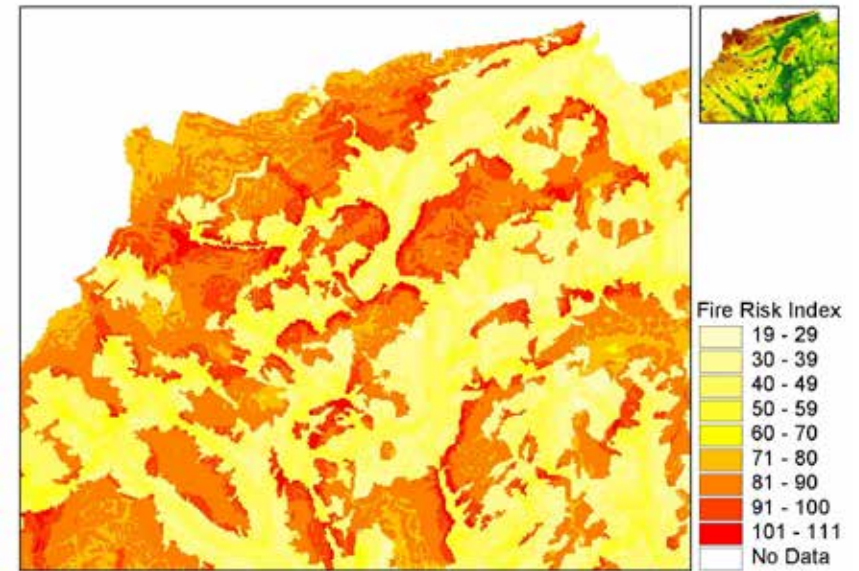
ahol A, B, C és D a különböző paraméterekhez tartozó súlytényező.

Minden módszer alapja a **vegetáció**-térkép. Bár egyszerűnek tűnik, mégis ez a legkritikusabb pontja a tűzkockázati térképezésnek. A vegetáció-térkép alapvetően három módszerrel készülhet. Magyarországon használhatóak az erdőtervi térképek, ami igen részletes információkat tartalmaznak az erdőkről. Hibája viszont, hogy a tervezett erdőművelésbe be nem vont területek hiányoznak belőle. Másik lehetséges módszer a Landsat TM műholdak digitális fotointerpretációja útján előállított Corine LandCover adatbázis alkalmazása. Előnye, hogy Európa nagy részére egységes nomenklátúra alapján készült, viszont a felszínborítási kategóriák meghatározása nem a tűzterjedési viszonyok figyelembevételével történt. Nehezebb a használatot, hogy az egyes országok a fotointerpretációt eltérő precizitással végezték el. Harmadik módszer a különböző, nagy felbontású műholdképek használata. Ennek előnye, hogy az osztályba sorolást saját magunk által meghatározott szempontok szerint végezhetjük el. Nagy hátránya ugyanakkor ennek a módszernek, hogy ezek az örfelvételek meglehetősen drágák és nehezen hozzáférhetők.

A tűzkockázat szempontjából fontos paraméter a **domborzat**. A domborzat, mint a helyi éghajlatot alakító tényező, befolyásolja a tűz keletkezésének helyét, illetve a tűz terjedését. Nem elhanyagolható szempont, hogy — különösen hegyvidéken — befolyásolja a tűz megközelíthetőségét, a vízszersési lehetőségeket, így az oltás sikerességét. Domborzati információk ma már digitális formában és változatos térbeli felbontásban állnak rendelkezésre.

A tűzkockázati térképezés harmadik fontos paraméterét már jóval nehezebb meghatározni. A társadalmi-gazdasági tényezők közül elsősorban azokat kell figyelembe venni, amelyek tűzkeletkezés szempontjából kockázatot jelentenek. Ezek közé tartozik többek közt a **településhálózat**, vagy **út- és vasúthálózat**. A települések környezetében elsősorban a magára hagyott tarlóégetés, lombégetés jelent kockázatot. Az úthálózat mentén az eldobott cigarettavégék okozhatnak tüzeket. Látható ugyanakkor, hogy ezek a kockázatok a fenti területek bizonyos körzetében jelentenek valós kockázatot. Eppen ezért a településhálózati

térkép, valamint az úthálózati térkép alapján pufferzónákat kell kijelölni az adott tényezőtől távolodva csökkenő kockázattal számolva.



Az Aggteleki-karst térségének erdőtűz-kockázati térképe

Fig. 1. Fire Risk Map of the Aggtelek-karst

Időjárási indexek és tűzkockázati értékelő rendszerek

„Elsőgenerációs” időjárás-alapú indexek:

Elnevezésükből következik, hogy elsősorban különböző meteorológiai paraméterek (hőmérséklet, relatív nedvesség) felhasználásával definiált erdőtűz-indexekről van szó. Az indexeket empirikus úton, az adott ország jellemzőinek figyelembevételével határozták meg. Éppen ezért ezek az indexek nem alkalmazhatók közvetlenül, az adott országokra történő vizsgálatok nélkül. A legismertebb időjárás-alapú erdőtűz indexek:

- Nestorov-féle gyulladási index;
- Angström-féle gyulladási index;
- Baumgartner index;
- M68 index.

Egyes országokban a tűzkockázat értékelésére az előzőeknél lényegesen összetettebb aszályossági indexeket is alkalmaznak (Keetch-Byrom Aszályossági Index - KBDI, Palmer-féle aszály-szigorúsági index - PDSI), de elsősorban csak kiegészítő jelleggel. Az aszályossági index hasznos többletinformáció de semmiképpen sem helyettesítheti a tűzidőjárási indexet.

„Második generációs” indexek

Korábbi indexek továbbfejlesztett változatai, általában valamilyen térinformatikai alkalmazást használnak, s ennek segítségével újabb adatok vonhatók be a számításba. Ezek az indexek valamilyen módon már figyelembe veszik a különböző társulás-típusok eltérő tűzkockázati tulajdonságait is.

Ilyen indexek többek között:

- Német erdő és gyepek tűzveszélyességi index (Wittich)
- Görög erdőtüz index
- Portugál tűzveszélyességi index

A magyarországi viszonyokra földrajzi okokból elsősorban a Németországban alkalmazott Wittich-féle index adaptálható legkönnyebben. Tekintettel arra, hogy 2007-től új, az Állami Erdészeti Szolgálat és a BM Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által kialakított erdő vegetációtűz adatgyűjtési rendszer működik, ezen adatbázis segítségével érdemes a német index alkalmazhatóságát vizsgálni.

Komplex tűzkockázati értékelő rendszerek

Ezeknél a rendszereknél a tűz időjárás index számítása egyes biomassza (élő és holt) típusokra kialakított, - azonos időjárás körülmények között is eltérő nedvességtartalom változást és a társulás-típusok tűzkezelési viszonyait is figyelembe vevő - részindexek összegzésével történik. A részindexek a keletkező tűz várható terjedési viszonyaira vonatkozóan is információval szolgálnak, segítségükkel lehatárolhatóak az adott időszakban tűzvédelmi kockázatot jelentő társulások is.

Ilyen rendszerek:

- US National Fire Danger Rating System
- Dél-Afrikai „working on fire” rendszer
- Orosz integrált erdőtüz elirejelző rendszer
- Canadian Spatial Fire Management System & Canadian Forest Fire Danger Rating System

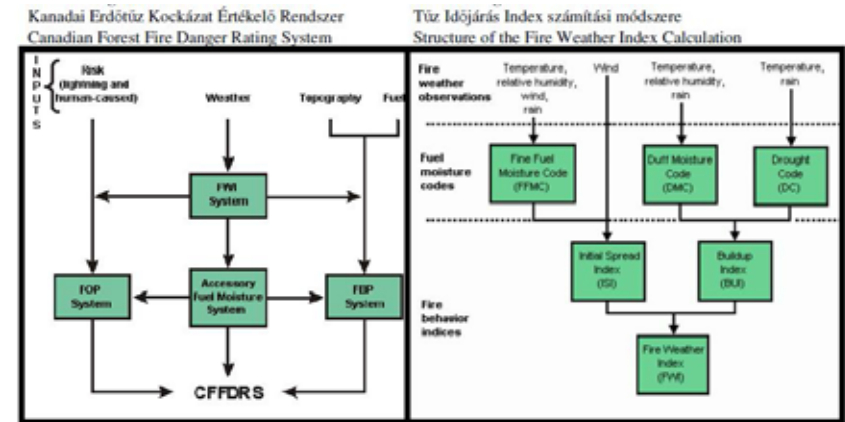
Ezek közül a Kanadai rendszer terjedt el világszerte, mivel semi-empirikus jellege miatt könnyen adaptálható, nem igényel speciális szoftvert, hanem az Arc-View alatt külön alkalmazásként futatható.

Külföldön elsősorban a tűz időjárás indexet kalkuláló FWI alpanelt használják, mivel a tűzterjedési viszonyokat modellező FBP illetve a dinamikus kockázatot értékelő FOP rendszer alkalmazásához rendszerint hiányoznak a bemenő adatok.

Az FWI alpanel első lépésben különböző méretű holt biomassza típusokra speciális nedvességtartalom indexet kalkulál. Az FFMC index a kisebb méretű biomassza-típusra (gyep, avar-tülevélréteg legfelső szintje, kisebb átmérőjű lehullott ágak) vonatkozik, mely leggyorsabban képes éghető állapotba kerülni, hiszen nagy fajlagos felülete következtében néhány órán belül az ún. moisture of extinction (kialvási nedvességtartalom) alá képes csökkenni a nedvességtartalma.

A DMC index a humifikálódó avar-tülevélréteg, valamint a közepes méretű fás biomassza elemek nedvességtartalom változását értékeli, míg a DC a legnagyobb méretű holt biomassza elemekre vonatkozik. Ezeknél a biomassza elemeknél a fajlagos felület kisebb az időjárás változásokat lassabban követik. Nagyobb intenzitású tüzek azonban csak akkor tudnak kialakulni, ha ezek a biomassza típusok is megfelelően alacsony nedvességtartalmat ének el, és képesek begyulladni. Az egyes társulás típusok biomassza típus viszonyai elemezve, e három nedvességtartalom index segítségével szakemberek számára jól lehatárolhatóak az adott időszakban tűzveszélyes állományok.

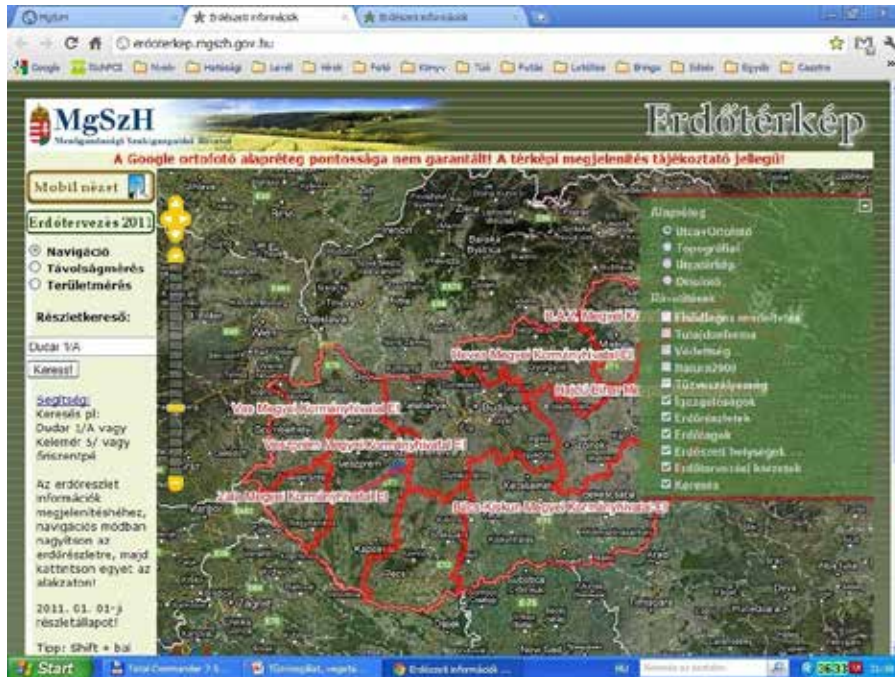
A tűz valószínű terjedési tulajdonságait jellemző előzőekből származtatott mutató az ISI, mely a várható terjedési sebességére (az FFMC alá tartozó biomassza típusokra vonatkozóan) ad információt, míg a BUI azt mutatja meg, milyen valószínűséggel képes a tűz a legkönnyebben gyulladó biomassza elemekről, a nagyobb intenzitással égő többi biomassza típusra átterjedni. Az FWI index e részindexekből származtatott, súlyozott mutató.



Végkövetkeztetésként megállapítható, hogy az erdő és vegetációtüzek elleni védekezésben mind a megelőzés, mind a mentő tűzvédelem területén elengedhetetlen a meteorológiai módszerek eddigénél szélesebb körű alkalmazása.

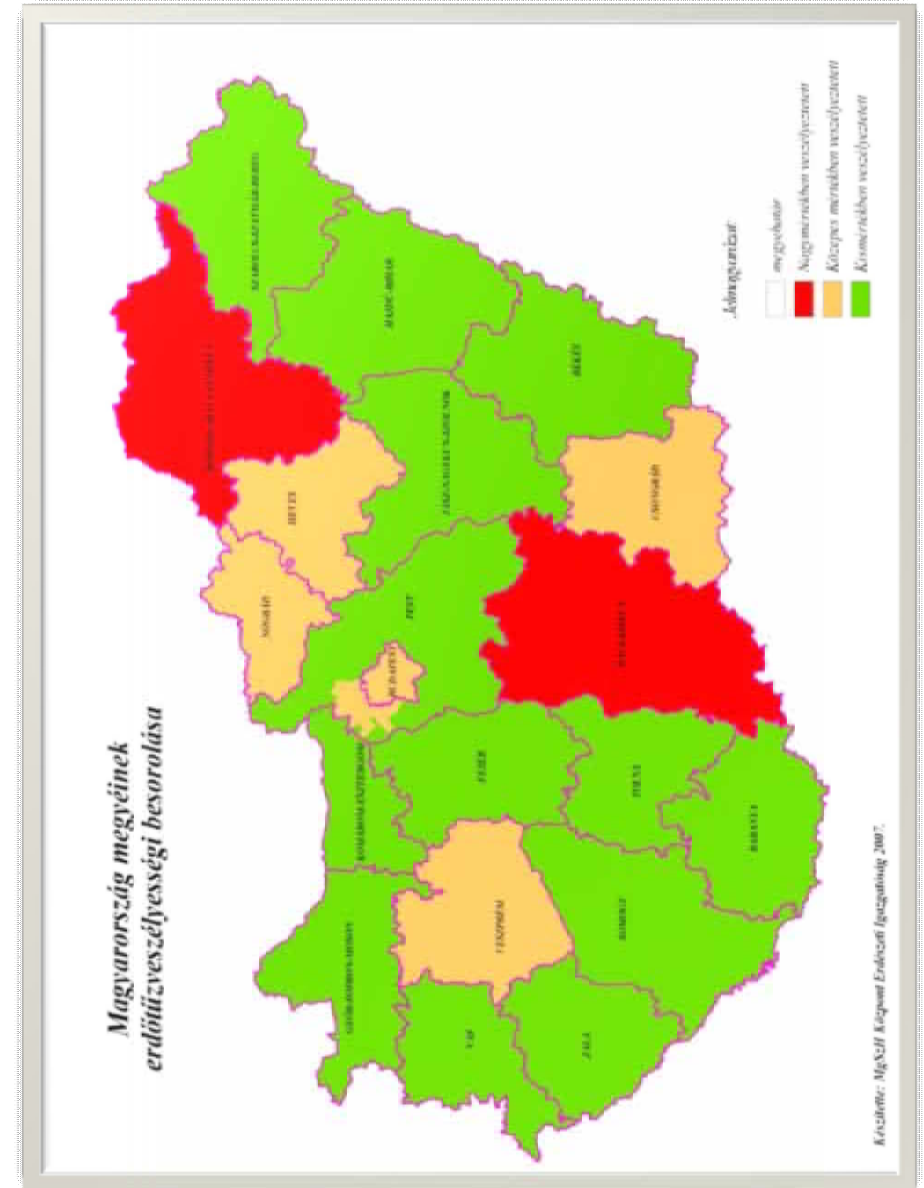
Erdőtérkép alkalmazása a tűzvizsgálat során

Az erdőtérképek alkalmazása új távlatokat jelent a tűzvédelemben is. Nem csak arról kaphatunk pontos képet, hogy a tűz által érintett terület pontosan hol helyezkedik el, erdőnek minősül-e vagy sem, hanem az Erdészeti Igazgatóságok illetékességi területét, az erdőrészeket, erdőtagokat is nyomon követhetjük.



Ügyfélkör felderítésében hasznos, további honlapok:

- Nemzeti parkok: www.nemzetipark.gov.hu
- Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal honlapja: www.mgszh.gov.hu



Irodalomjegyzék:

<http://www.eumet.hu/tag/erdotuz/>

<http://www.uni-miskolc.hu/~fkt/HunDEM2006/Cikkek/NemethA%20et%20al.pdf>

http://www.fagosz.hu/fataj/2007/07/270/200707270_MGSZHErdotuz.php

http://amatorfesto.network.hu/kepek/vadkert_ erzsebet/erdotuz

<http://www.szekelyhon.ro/aktualis/csikszek/tozeptuz-akenyes-ugva>

http://kertesz.blog.hu/2012/05/02/tuz_az_osborokasban

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/99/Northwest_Crown_Fire_Experiment.png

http://www.kisalfold.hu/kepek/langol_az_osgyep_a_hortobagyon/2034127/2864483/

http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0032_elohely_kezeles/ch03s02.html

<http://www.rtlklub.hu/hirek/belfold/cikk/258278>

http://kitekinto.hu/global/2007/07/31/manipulalt_erdutuzek/

NFES 2003: National Fire Danger Rating System, NFES Boise, Idaho

Wagner-Pickett 1985: Equations and FORTRAN program for the Canadian Forests Fire Weather Index System, Canadian Forestry Service

Schroeder-Bucks 1970: Fire Weather, USDA Forest Service

Hirsch K. 1996: Canadian Forest Fire Behaviour System, Canadian Forestry Service

Wittich, K.-P. 1997: The forest-fire weather forecast of the Deutscher Wetterdienst. *Annalen der Meteorologie* 35 (Proc. of the 3rd European Conf. on Applications of Meteorology, 23-26 Sept. 1997, Lindau, Germany), pp. 229-231.

Wittich, K.-P. 1998: Waldbrandgefahren-Vorhersage des Deutschen Wetterdienstes. *AFZ-Der Wald, Heft 6*, pp. 321-324.

Wittich, K.-P. 1998: Waldbrandgefahrenvorhersage. Teil I: Streufeuchtemodell. DWD intern, 70, 20 S.

Nagy D. 2004: Az erdőtüzoltás fejlesztési lehetőségei a nemzetközi tapasztalatok tükrében. *Védelem XI./4*

Jaiswal, R. K., Mukherjee, S., Raju, K. D., Saxena, R. 2002: Forest fire risk zone mapping from satellite imagery and GIS. *International Journal of Applied Earth Observation* 4., pp. 1-10.

Hernandez-Leal, P. A., Arbelo, M., Gonzalez-Calvo, A. 2006: Fire risk assessment using

satellite data. *Advances in Space Research* 37., pp. 741-746.

Maracchi, G., Péronaud, V., Kleschenko, A. D. 2000: Application of geographical information systems and remote sensing in agrometeorology. *Agricultural and Forest Meteorology* 103., pp. 119-136.

Hardy, C. C. 2005: Wildland fire hazard and risk: Problems, definitions and context. *Forest Ecology and Management* 211., pp. 73-83.

V. Villamos gyártmányok, és villamos hálózatok vizsgálata, az elektromos hibahelyek azonosítása a tűzvizsgálat során

„A tudással nő a kételkedés is.”
J. W. Goethe

A téma feldolgozásához szükséges elméleti alap megteremtése érdekében a jegyzet első fejezetében részletesen kifejtettük az egyes villamos jelenségekkel és alapfogalmakkal kapcsolatos definíciókat, azonban a fejezet címével és a továbbiakkal kapcsolatosan fontos megjegyezni, hogy a köznyelvben, így a médiában is gyakran előfordul, hogy nem a megfelelő szakkifejezéseket használják. Ha a villamos hálózatok vizsgálatával kapcsolatos kutatások során, például „elektromos hibahelyet” „elektromos tűzkeletkezést” stb. hallunk, vagy olvasunk, de a jelenleg hatályos szabványokban, szabályozókban ilyen kifejezések nem találhatók, érdemes hasonló jelentésű, de más kifejezéseket keresni. Ebben az esetben például a „villamos hibahelyek”, „villamos tűzkeletkezés” stb. eredményesebb lehet. Érdemes tehát figyelmet fordítani a megfelelő szakkifejezések használatára, azonban egy ilyen tévedés, illetve elírás még mindig kevésbé ad okot szakmai vitára, mint az, amikor bizonyos szakmai alapismeretek hiányában nyilatkozunk valamit a tűz keletkezési okáról. Gyakorlott tűzvizsgálók, képzett tűzvédelmi szakemberek esetében is előfordul, hogy egy villamos berendezés valamely műszaki meghibásodására visszavezethető tűzkeletkezési ok esetében „egyszerűen” csak rövidzárlatról beszélnek. Továbbra is az egyik elsődleges feladatunk ennek tisztázása, pontosítása, és az ilyen szakmailag erősen kifogásolható nyilatkozatok elkerülése.

A villamos berendezések meghibásodásaiból keletkező tüzesetek vizsgálata, az „elektromos” tűzkeletkezési ok bizonyítása jelenleg a tűzvizsgálat kevésbé kidolgozott szakterülete. Ha az aktív tűzvizsgálók jobban ismernék ennek a keletkezési oknak a fizikai hátterét, illetve jellegzetes nyomait, talán gyakrabban zárulhatna úgy egy tűzvizsgálat, hogy a tűz megállapított – vagy legalább vélelmezett – keletkezési oka, az adott villamos berendezés meghibásodása. Talán ez a fejezet és az I. fejezetben kifejtettek közül elsajátítható alapismeretek együtt elegendőek lesznek ahhoz, hogy a jövőben ezen a területen némi fejlődés mutatkozzon.

A fenti Goethe idézet arra utal, hogy a tűz keletkezési körülményeivel kapcsolatos egyes verziók tekintetében **folymatos kételkedésnek** kell lennie bennünk, egészen addig, amíg minden kétséget kizáróan meg nem állapítjuk, vagy ki nem zárjuk az adott gyújtóforrást, mint lehetséges tűzkeletkezési okot. Ez a fajta állandó kételkedés minden tűzkeletkezési okkal összefüggésben – így a villamos tűzkeletkezési okokkal összefüggésben is – igaz a tűzvizsgálati szakterület egészére.

Tapasztalataink, valamint a kollégákkal folytatott szakmai eszmecsere alapján az előzőekben megfogalmazottakkal kapcsolatosan azonban több sajnálatos megállapítás is tehető. Gyakori probléma, hogy egy tűzvizsgálati eljárás el sem indul, ha a helyszínen talált égésnyomok alapján „egyértelműen” megállapítható, hogy a tüzet semmi más nem okozhatta, csak valamely villamos berendezés műszaki meghibásodása. Szintén gyakori probléma, hogy, ha lefolytatásra is kerül a tűzvizsgálati eljárás, és még a villamos tűzkeletkezési ok is megállapítható, akkor sem vizsgálja a tűzvizsgáló, hogy pontosan mi vezetett az adott meghibásodáshoz, a tűz kialakulásához. Az ilyen tüzeseteknél pedig a **személyi felelősség** kérdése rendkívül fontos lehet, és ezt minden esetben vizsgálni kellene. A gondatlan

veszélyeztetés (mint bűncselekmény) gyanúja ugyanis már tűzvizsgálat lefolytatására okot adó körülmény.

A tűz keletkezéséhez vezető meghibásodás hátterében legtöbbször egy nem megfelelően kiépített villamos hálózat, egy rosszul beépített, vagy nem megfelelően üzemeltetett, illetve nem megfelelően karbantartott villamos berendezés, illetve hálózat áll.

Nem szabad elfelejteni, hogy a tűzvizsgálat lefolytatását indokoló legfőbb esetek közül a bűncselekményt nem csak szándékosan, hanem gondatlanul is el lehet követni, például közveszély okozásával. Az ily módon megvalósítható bűncselekmények közül kiemelt figyelmet kell fordítani a foglalkozás körében elkövetett bűncselekményekre.

További sajnálatos tény, hogy a témához kapcsolódó sajtóanyagok kutatása közben néhány esetben találkozhatunk a „véletlen” tűzkeletkezési okok (így az „elektromos tűzkeletkezési okok” említése) esetében is, olyan cikkekkal, ahol ezeket éppen „véletlenszerűségük” miatt tévesen az öngyulladás egyik fajtájaként említik.

Az ilyen súlyos szakmai hibák elkerülése érdekében itt is célszerű felhívni a figyelmet az I. fejezetben ismertetett Exoterm reakciókra. Érdemes nyomatékosítani a következőt.

ÖNGYULLADÁSRÓL VILLAMOS GYÁRTMÁNYOK ESETÉBEN NEM BESZÉLHETÜNK!

Ha a **villamos áramot**, mint tűzkeletkezési okot – ismereteink, vagy a rendelkezésünkre álló adatok, információk alapján – esetleg nem tudjuk bizonyítani, akkor is fontos szabály, hogy **mint lehetséges verziót mindig megfelelő alaposítással kell vizsgálni**. Ez azt is jelenti, hogy csak akkor zárjuk azt ki, ha bizonyítható módon tudjuk cáfolni, ugyanis, ha például több lehetséges tűzkeletkezési ok között a vizsgálat lezárását követően továbbra is fennáll a villamos tűzkeletkezési ok lehetősége, akkor még az ügyben érintettek (szükség esetén egy független elektromos-, vagy tűzvizsgáló szakértő segítségével) tovább tudják vizsgálni annak lehetőségét.

A könyv bevezetőjében célként tűztük ki, hogy egy olyan szakkönyvet állítunk össze, amely a tűzvizsgálattal foglalkozók, illetve a téma iránt érdeklődők részére egyaránt hasznos segítséget nyújt. Megpróbáljuk a rendelkezésünkre álló tudományos módszerek segítségével feltérképezni, és az első fejezetben részletesen bemutatott lehetséges gyújtóforrásokat, tűzkeletkezési okokat a gyakorlatban előforduló tűzvizsgálatok eredményeivel összevetni és mindenki számára érthetővé, kézzelfoghatóvá, de legfőképpen alkalmazhatóvá tenni.

Ez a célkitűzés erre a fejezetre vetítve azt jelenti, hogy a villamos áram, mint tűzkeletkezési ok, valamint az ahhoz kapcsolódó – és az I. fejezetben felsorolt – villamos gyújtóforrások a tűzvizsgálati eljárások gyakorlati szakaszában **azonosíthatóak**, „szerencsésebb” esetben **bizonyíthatóak**, illetve ha nem játszottak szerepet a tűz kialakulásában, akkor **bizonyítható módon kizárhatóak** legyenek.

A fejezet másik fő célkitűzése, hogy minden tűzvizsgáló szakember és minden, a téma iránt érdeklődő személy örökre megjegyezze a következő kiemelt fontosságú gondolatokat.

AZ „ELEKTROMOS” TÜZET NEM BIZTOS, HOGY RÖVIDZÁRLAT OKOZZA!!! SŐT...

Nagyon fontos, hogy a villamos áram jelenlétével összefüggésbe hozható bármely tűzkeletkezési ok esetén **csak akkor nevezzük meg** a konkrét villamos tűzkeletkezési okot (pl.: túlterhelés; nagy átmeneti ellenállás; rövidzárlat, villamos ív; vagy elektromos szikra),

ha az minden kétséget kizáróan **bizonyítható, és csak akkor zárjuk ki** ezeket, **ha** minden kétséget kizáróan igazolható, hogy azok **biztosan nem okozhatták** a tüzet.

Amennyiben – pl. „kizárásos módszerrel” – megállapítható a villamos tűzkeletkezési ok, azonban a rendelkezésre álló adatok, információk alapján az ismert villamos tűzkeletkezési okok egyike sem bizonyítható, általánosságban megállapíthatjuk, hogy a tüzet valamely villamos berendezés műszaki meghibásodása okozta. Ilyen esetekben vélelmezett tűzkeletkezési okként tovább pontosíthatók a keletkezés lehetséges körülményei, azonban a vélelmezéseket is szigorúan alá kell támasztani szakmai érvekkel, és ügyelni kell arra, hogy kellőképpen objektívek tudjunk maradni.

Egy tűzvizsgáló szakembernek illik tudnia, hogy a zárlat, a villamos ív, illetve a elektromos szikra viszonylag ritkán tűzkiváltó ok. Ezek (legfőképpen az utóbbiak) jellemzően csak tűz- és robbanásveszélyes gáz, gőz, vagy por-levegő keverék megfelelő koncentrációjának jelenlétében okoznak tüzet, illetve robbanást.

„Normál környezetben” ezek a jelenségek legtöbbször csak a tűz, vagy a tűzkiváltó ok kialakulását, kifejlődését követő jelenségekként azonosíthatóak. Így, ha ezek jelenlétére utaló elváltozást, nyomot, bizonyítékot találunk is, fontos, hogy tovább vizsgáljuk azok kialakulásának körülményeit. Minden esetben vizsgálni kell, hogy azok a **tűz kialakulását megelőzően, vagy azt követően** – már annak következményeként – keletkeztek-e.

A villamos áram gyújtóhatásának vizsgálata

A villamos tűzkeletkezési okok közül a legjellemzőbb a túlterhelés, valamint a megnövekedett átmeneti ellenállás. Persze ez nem jelenti azt, hogy rövidzárlat következtében nem alakulhat ki tűz. Főként nagyfeszültségű berendezések esetében ugyanis (pl. egy beázás, vagy rágcsálók, illetve madarak okozta zárlat következtében kialakult tüzeset után) a tűzvizsgálat során könnyen azonosíthatóak ilyen tűzkeletkezésre utaló nyomok.

Az első fejezetben az MSZ EN 1127-1:2000 szabvány alapján részletesen kifejtésre kerültek az egyes potenciális gyújtóforrások, így a villamos áram, illetve a villamos árammal üzemelő „villamos” gyártmányok is. Ebben a fejezetben – ezekre a korábban említett és bemutatott gyújtóforrásokra visszahivatkozva, illetve szükség esetén a leírtakat kiegészítve és értelmezve – megismerkedhetünk az egyes villamos tűzkeletkezési okokra jellemző nyomokkal, körülményekkel, illetve ezek felkutatásának, azonosításának módszereivel.

A legfőbb villamos tűzkeletkezési okok jellemzőinek és azonosítási lehetőségeinek bemutatása előtt a már említett alapfogalmak közül néhány egymás mellett történő említése, összehasonlítása, illetve együttértelmezése mindenképpen célszerű lehet.

Ha az első fejezetben bemutatott gyújtóhatásokat vizsgáljuk, akkor ahhoz, hogy „kézzelfoghatóbb” legyen az egyes kifejezések közti különbség, érdemes ezekről részletesebben is szót ejteni. Célszerű egy „fordított” logikai sorrend alapján haladva a viszonylag egyszerű gyújtóhatású és ugyanakkor általában ritkábban előforduló szikrától, illetve villamos ívtől a rövidzárlat, a hibás kapcsolás, majd a lényegesen gyakrabban

előforduló túlterhelés és a megnövekedett átmeneti ellenállás következtében fellépő melegeedés – vagyis az összetettebb fizikai jelenségek – felé haladni és mindegyiket olyan gyakorlati példákkal bemutatni, amelyekkel mindannyian találkozhatunk vizsgálataink során.

Habár a szikra önmagában nem villamos eredetű gyújtóforrás, mégis az elektromos, illetve elektrosztatikus szikra fizikai jelenségek megértését, feldolgozását segíti, ha az első fejezetben említetteket összefoglalva itt is szerepeltetjük a szikra definícióját.

Szikra: *kipattanó izzó, esetenként égő kis darab, illetve anyag (pl.: hegesztéskor, vágáskor fellépő hegesztési gyöngyök, amelyek általában parányiak, szemmel alig érzékelhetőek, mégis a szikrák között igen nagy felületűek, ezért rendkívül határos gyújtóforrások). De ide tartoznak a legfőképpen fémeket ért mechanikai hatás következtében kialakult jelenségek (a mechanikai szikrák); továbbá a kisülés fény, hang és hő jelenséggel járó töltés kiegyenlítődési folyamata (vagyis az elektrosztatikus szikra). Használatos kifejezés továbbá (főként szilárd tüzelésű) tüzelő-, fűtőberendezéseknél szintén a kipattanó, izzó, égő szilárd részecskék esetében is.*

Mivel **nem minden szikra villamos eredetű**, így ezek közül nem mindegyiket részletezzük ebben a fejezetben. Általánosságban megjegyezhetjük azonban, hogy a szikra általában elég nehezen bizonyítható tűzkeletkezési ok. Ennek a ténynek a tudatában még nehezebb megérteni, hogy a tüzesetekről szóló híradások esetében miért szerepel oly sokszor tűzkeletkezési okként a szikra valamely formája.

Elektrosztatikus szikra: Az elektrosztatikus szikra kialakulása egy komplex fizikai folyamat, összetett kölcsönhatás következménye. A kisülés (szikra) fény, hang és hő jelenséggel járó töltéskiegyenlítődési folyamat. A jelenség kialakulásához általában valamely villamos szigetelő anyag (pl.: műanyag) jelenléte szükséges, amelyben valamilyen ok miatt elektromos töltések halmozódnak fel. Az elektrosztatikus kisülés a feltöltődött szigetelőanyag és általában egy földpotenciálra lévő, vagy a földpotenciálhoz kapcsolódó villamos vezetőanyag között jön létre. Kis energiájú, de „gyorsan ható” gyújtóforrás, ezért tűz- és robbanásveszélyes környezetben gyakran feltételezhető tűzkiváltó ok, azonban bizonyítása ennek is nehézkes.

A gyakorlatban, az adott robbanásveszélyes környezetben viselt nem megfelelő (pl.: nem „antisztatikus” talpú) cipő, vagy (pl.: műszálás) ruhadarabok; illetve porok, folyadékok áramlása esetén, vagy görgőn, dobon történő folyamatos mozgásból eredő feltöltődés (pl.: szállítószalagos szállítás), továbbá járművek közlekedése során kialakult elektrosztatikus feltöltődések esetében jellemző az elektrosztatikus szikra gyújtóforrásként történő megjelenése. Tűz- és robbanásveszélyes környezetben, például „A”-„B” tűzveszélyességi osztályba tartozó folyadékok, gázok tárolására használt, majd kiürült nagyméretű acéltartályokban folytatott szabálytalan munkavégzés esetén keletkezett tüzesetek vizsgálata során, szinte mindig felmerül a gyanúja az elektrosztatikus szikra jelenlétének. Éppen ezért ilyen esetekben, ha személyi sérülés, vagy haláleset történik, kiemelt figyelmet kell fordítani a tűzvizsgálat során a sérült, illetve elhunyt cipőire, ruházatára (beleértve a fémhüvelyt is), valamint a munkavégzés helyén fellelhető szerszámokra, gépekre, egyéb tárgyakra, illetve azok maradványaira és a későbbi bizonyítékként történő felhasználásuk érdekében biztosítani kell azok eredetben történő lefoglalását.

Fontos megjegyezni, hogy az ilyen ruhadarabok esetében, azok általában emberi biológiai anyagmaradványokkal szennyezettek, így biológiai veszélyt jelenthetnek, ezért a lefoglalásban célszerű a rendőrségtől segítséget kérni. (A rendőrségi bűnügyi technika ugyanis rendelkezik az ilyen ruhák szabályos rögzítéséhez, tisztításához és tárolásához szükséges személyi és tárgyi feltételekkel.) Szükség esetén célszerű lehet kérni – a helyszínen, még a lefoglalás előtt – külön textil, vagy égési anyagmaradvány rögzítését is, az esetlegesen a ruhákon található tűzveszélyes anyagok azonosítása, vizsgálata céljából.

Tűzvizsgálat során az elektrosztatikus szikra jelenlétének bizonyítása nagyon nehéz feladat, kizárólag közvetlen bizonyítékokkal nem is lehetséges, hiszen tipikus nyomot, elváltozást nem hagy maga után. Fontos az esetleges közvetett bizonyítékok előzőekben említettek szerinti rögzítése, valamint a helyszíni szemlét követő eljárás cselekmények megfelelő körültekintéssel és alaposággal történő elvégzése (tanúmeghallgatás, ügyfélnyilatkozat; felülvizsgáló dokumentációk, egyéb adatok, információk begyűjtése). Az eljárást lefolytató tűzvizsgálónak meg kell ismernie az adott technológiát, az említett sztatikus feltöltődési módok működési mechanizmusait, és vizsgálni kell az egyéb tüzkeletkezési okok lehetőségét, továbbá ha van rá mód bizonyítani, vagy bizonyíthatóan kizárni azokat.

Elektromos szikra: valójában *villamos ívet takar*. Jelen esetben ez a kifejezés a villamos áram mechanikus kapcsolására szolgáló különböző eszközök; kapcsolók, jelfogók, (relék), kontaktorok, stb. ki- és bekapcsoláskor létrejövő, továbbá szénkefés és más csúszóérintkezős motorok, vagy egyéb eszközök, berendezések érintkezői között (és nem ellentétes póluspárok, vagy áramkörü pontok között) keletkező villamos ívet jelenti.

Nem jellemző, de előfordulhat, hogy a mechanikai hatástól apró leváló, izzó részecskék is jelen vannak.

Az elektromos szikra, általában csak tűz- és robbanásveszélyes környezetben okoz tüzet.

A jelenség kialakulása a gyakorlati életben lehet elhúzódó (pl.: kapcsolók érintkezői esetén az oxidáció miatt előfordulhat, hogy csak hosszú idő után okoz problémát), de szénkefés, illetve csúszóérintkezős motorok esetén – megfelelő éghetőanyag koncentráció esetén – az első használat első pillanatában is okozhat tüzet, vagy robbanást.

Ilyen környezetben történt tüzesetek vizsgálata során mindig vizsgálni kell a helyszínen fellelhető összes villamos termék megfelelőségét, azaz, hogy robbanásbiztos kivitelűek voltak-e. Az elektrosztatikus szikra feltételezett jelenlétéhez hasonlóan az elektromos szikra jelenlétének gyanúja esetén is célszerű tűzvizsgáló eljárást indítani, akkor is, ha a jogszabályok és az egyéb szabályozók nem indokolják.

Gyakran előfordul ugyanis, hogy az ilyen tüzesetek kialakulása valamilyen gondatlan cselekmény, vagy cselekmények (pl.: kivitelezési, karbantartási hiba, hiányosság) eredménye, amelyek veszélyeztetés esetén akár bűncselekménynek is minősülhetnek.

Amennyiben közvetlenül a tüzesetet követően nem lettek elvégezve a helyszínen az elsődleges tűzvizsgáló cselekmények, és csak később – például a rendőrhatalóság megkeresésére – indul meg a tűzvizsgáló eljárás, úgy az ügyben, az esetek többségében már nehéz eredményes tűzvizsgáló eljárást lefolytatni. Ellenkező esetben, ha elvégezzük az elsődleges helyszíni cselekményeket és megindul a tűzvizsgáló, könnyebben bizonyítható – akár a későbbiek folyamán is – az emberi tényező szerepe.

Ettől függetlenül a személyi felelősség még nem biztos, hogy megállapítható lesz. Ha az ügyben eljáró rendőrhatalóság veszélyeztetésre és személyi felelősség megállapítására vonatkozó tevékenysége eredménytelenül zárul, a tűzvizsgáló eljárást egyszerűen megszüntethető. Tűzvizsgáló szakmai szempontból tehát sokkal előnyösebb, ha az ilyen esetekben elvégezzük az elsődleges cselekményeket, mintha nem végeznénk el és napokkal, vagy akár hetekkel később kellene ugyan azt megtenni.

Az elektromos szikra is egy viszonylag ritka tüzkeletkezési ok, amelynek szintén nehézkes a bizonyítása, ugyanakkor az elektrosztatikus szikrához képest elméletileg mégis gyakrabban bizonyítható. A kapcsolók, illetve relék fém alkatrészei általában megmaradnak, és a hőtől kevésbé károsodott alkatrészek belső részein, érintkezőin gyakran azonosíthatóak az érintkezők között kialakult szikrák okozta elváltozások (elszíneződések, kormozódások stb.) Amennyiben a tűz keletkezési helye jól behatárolható és a keletkezési hely közelében ilyen elváltozások azonosíthatóak, úgy akár megállapított tüzkeletkezési okként is szerepelhet az elektromos szikra. Fokozottan tűz- és robbanásveszélyes környezetben például egy normál (nem robbanásbiztos) kapcsoló, vagy relé, esetleg csúszóérintkezős villamos motor előidézhet egy nagy erejű, de rövid ideig tartó (ezért kisebb hőterheléssel járó, a belső környezetre inkább csak fizikailag ható) robbanást, amelynek során a robbanást előidéző villamos gyártmány hőtől nem-, vagy csak kismértékben károsodik, így az eseményt követően is könnyen vizsgálható marad.

Villamos (rövidzárlati) ív: Ahogy az első fejezetben már említésre került a villamos ívet, mint tüzkeletkezési okot rövidzárlati ívként kell értelmezni. Ez általában azt jelenti, hogy az áramkör nem egy fogyasztón keresztül, hanem közvetlenül záródik villamos ív formájában az ellentétes potenciálpárhoz, azaz egy másik potenciálkülönbséggel rendelkező áramkörü ponthoz.

Egyenáramú hálózat esetében a pozitív feszültséghez képest ezek lehetnek negatív, vagyis nullafeszültségű, továbbá negatív értékkel rendelkező feszültségek (pl. +12V, 0V, -12V). Változó áramú hálózatoknál az áramkör egyik fázisa (L₁, L₂, L₃ korábbi megnevezéssel R, S, T jelű fázisok valamelyike) egy másik fázishoz, vagy pedig a közös nullához záródik. Földfüggő (védőfölddel rendelkező) struktúráknál a rövidzárlati ív a földpotenciál irányában is létrejöhet. Az otthonainkban használt villamos hálózat a nullához, és a földhöz képest (amelyek általában közösítve vannak) 230V-os, a fázisok egymáshoz viszonyítva pedig 400V-os potenciálkülönbséget jelentenek.

A villamos ív hőmérsékletének nagyságrendje 10⁴ °C, azaz a villamos ív csatornájának hőmérséklete több ezer °C is lehet.

A gyakorlatban a rövidzárlat megvalósulhat bármely vezető anyagú – legfőképpen fém – eszköz, tárgy, berendezés, gép (pl.: kéziszerszám, építőanyag, munkagép stb.), vagy élőlény, esetleg azok részei, szerves anyagai, váladékai (pl.: állat, ember, ritkább esetekben egyes növények, pókháló, víz stb.), áramkörbe történő bekerülése, vagy valamely feszültség alatt álló vezető és a földpotenciál közé történő kerülése esetén. Ezek esetében általában hosszabb-rövidebb rövidzárlati ív is keletkezik.

Szélsőséges esetben – a feszültségérték és az ellentétes potenciálpár közti távolság függvényében – a levegő önmagában is lehet közvetítő anyag.

A levegő átütő-szilárdsága kb. 30kV/cm, azaz centiméterenként kb. 30 000 Volt.

Fontos tényező, hogy ezeket az értékeket két gömbfelület között állapították meg. A csúcsútnak köszönhetően a gyakorlatban, például két hegyes vezető között, ezek az értékek akár a 20-25 százalékukra is lecsökkenhetnek. Tehát egy 0,4kV-os, vagyis 400V feszültségű elektromos hálózat esetén a távolság, amely lehetséges egy ív kialakulása így is csak mindössze kb. 0,8-1mm.

Az áramkörbe épített biztosító berendezések, illetve gyártmányok (kismegszakítók, olvadó-biztosítékok, áramvédő kapcsolók továbbiakban: biztosítók) alkalmazása esetén rövidzárlat létrejöttkor egy 0,4 kV-os lakossági fogyasztói hálózat esetén, nem valószínű egy szilárd halmazállapotú éghető anyag meggyújtására alkalmas ív előfordulása. Ez az állítás az ív rövid élettartamával indokolható.

Ha egy áramkörben rövidzárlat keletkezik, zárlati áram jön létre. Ha zárlati áram jön létre, akkor az áramkörben nagyon nagy áram fog folyni, és a biztosítók – amelyek a zárlati áram töredékére lettek méretezve – túl lesznek terhelve, így nagyon rövid idő alatt le fognak oldani. Természetesen csak akkor történik így, ha a biztosítók nincsenek túlbiztosítva, áthidalva. Mivel az 50Hz-es váltakozó feszültségnek a periódusideje kb. 8-10milliszekundum, ez kb. 10-20ms, lomha típusú olvadó betét esetén is csak kb.100 milliszekundumos időtartamot jelent.

Ha a védelem nem működik az áramkör, akkor is meg fog szakadni a zárlat helyén. Elképzelhető, hogy nem milliszekundumok alatt következik ez be, de néhány másodpercen belül biztosan lezajlik ez az esemény is. A zárlati áram továbbra is fennmaradhat, amely ezután is nagy hőt fog termelni, azonban ebben az esetben szintén nem az ív fog tüzet okozni, hanem a zárlati áram hőhatása.

A rövidzárlati ív a gyakorlatban jellemzően nagyfeszültségű hálózatokban, általában elosztókban, transzformátorházakban okozhat tüzet, például egy beázás következményeként.



Rövidzárlati ív okozta olvadásnyomok az egyik budapesti villamos nagyfeszültségű felsővezetékéhez tartozó kapcsolószekrényben

Ezen kívül természetesen gáz halmazállapotú, tűz-, és robbanásveszélyes anyagok esetében is nagy valószínűséggel lehet a rövidzárlati szikra tűzkeletkezési ok.

Rövidzárlati ív létrejötté után az érintett vezetőkön általában zárlati göbösödés figyelhető meg, ami a zárlati ív hatására létrejövő fémolvadék megszilárdulásának eredménye.

Az olvadt fémcsappék esetében megszilárdulásuk során dől el a göbök kristályszerkezete, annak függvényében, hogy a keletkező olvadék közvetlen környezetében mekkora a hőmérséklet, illetve, hogy milyen gyorsan hűl vissza maga az olvadék. A tűz keletkezése előtti, illetve a tűz következtében kialakult rövidzárlati nyomok látszólag teljesen egyformák. A két fémolvadék (göb) közti különbség megállapítását az eltérő kristályszerkezetük alapján egy napjainkban még elég költséges és időigényes szakértői vizsgálattal (un. metallográfiai szakértői vizsgálattal) lehet elvégezni. A vizsgálati módszer részletesebb leírására, bemutatására a fejezet végén A „Szakértői vizsgálatok a tűzvizsgálatban” részben kerül sor.

Bármely gyújtóforrás, illetve bármely tűzkeletkezési ok hatására szinte minden **feszültség alatt lévő áramkört közvetlenül érintő tűz esetében rövidzárlat alakul ki**. A rövidzárlatok többségében rövidzárlati ív is keletkezik. Fontos azonban megjegyezni, hogy ezek a rövidzárlati jelenségek **a tűz következményei**, és nem a tűz keletkezési okai.

A rövidzárlatra utaló nyomok („bizonyítékok”) sok esetben félreviszik a tűzvizsgálókat és szakértőket, ezért gyakran „káros hatással vannak” a tűzvizsgálat végeredményére. Ha azonban megszerzett tudásunkon alapuló kétkedéssel, fenntartásokkal vizsgáljuk az ilyen zárlati nyomokat, úgy rendkívül sokat segíthetnek a tűz keletkezési helyének azonosításában, illetve ezáltal közvetetten akár a tűz keletkezési okának megállapításában is.

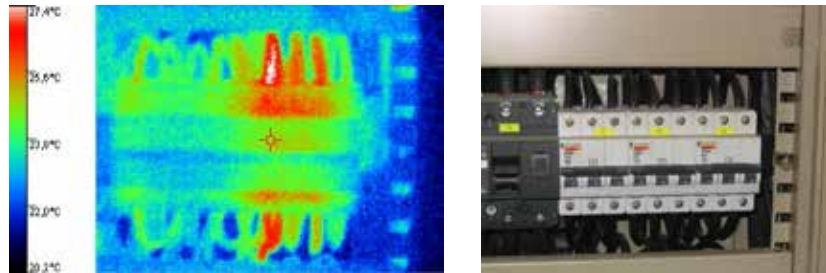
Ez a gyakorlatban úgy valósul meg, hogy ha a vezetékek vizsgálata során zárlati ívre utaló nyomot, nyomokat **(pl.: göböket) találunk**, biztosak lehetünk benne, hogy a **vezetékek feszültség alatt voltak** a tűz keletkezésének időpontjában, azonban továbbra sem tudjuk, hogy a zárlati ív a tűz keletkezési oka, vagy csak annak következménye, ezért ezt a kérdést **tovább kell vizsgálni**.

Amennyiben ezzel a módszerrel bizonyítható, hogy a tűz keletkezésének időpontjában a villamoshálózat feszültség alatt állt, – függetlenül attól, hogy a tűzkeletkezési ok villamos eredetű-e, vagy sem – **további hasznos információ nyerhető** ki a fellelt zárlati nyomokból. Ha az adott villamoshálózathoz, illetve áramkörhöz tartozó biztosítók tüzeset utáni vizsgálatokor megállapítható, hogy a rendszer nem volt túlbiztosítva, és átkötés („patkolás”) sem történt, továbbá a védelem is rendeltetésszerűen működött, akkor azt a következtetést is levonhatjuk, hogy a zárlat helyének környezetét érte először a kezdeti tűz, tehát a tűz keletkezési helye nagy valószínűséggel annak közvetlen környezetében volt. Ha egy működőképes és megfelelően méretezett villamos biztosítókkal védett feszültség alatt álló villamos hálózaton bárhol rövidzárlat keletkezik, a biztosítóknak köszönhetően a következő pillanatban már az egész villamos hálózat feszültségmentes lesz, így azon több rövidzárlat nem tud létrejönni, és így több göbösödés sem. Feszültség alatt nem álló, azaz feszültségmentes állapotban lévő vezetők esetében ugyanis nem jellemző a göbösödés, még magas környezeti hőmérséklet hatására sem.

Az előzőekben leírtak alapján fő szabály, hogy minden tűzvizsgálati eljárás során, ahol a tűz által érintett épületben, vagy létesítményben a tűz keletkezésének időpontjában villamos áram lehetett (beleértve az illegális bekötéseket is) **minden esetben vizsgálni kell** a villamos biztosítókat, továbbá legalább az érintett villamos berendezéseket, illetve vezetőket, vezeték szakaszokat azok teljes hosszán.

Legalább ennyire fontos az is, hogy a villamos rendszer vizsgálatát mindig az előzőekben részleteztetteknek megfelelő **szakértelemmel és kellő alaposággal** végezzük.

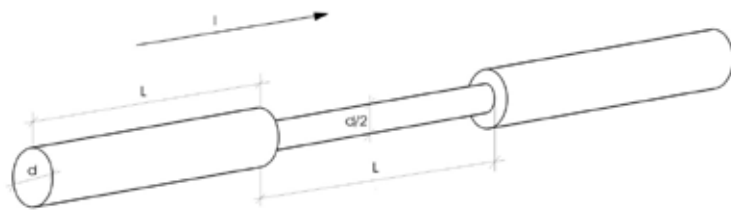
Nagy átmeneti ellenállás: A leggyakrabban előforduló villamos keletkezési ok. Általában két, vagy több vezetőanyag érintkezési pontjainál, csatlakoztatási felületeinél alakult ki, de akár egy túl szoros kötésen, egy megtört, vagy elvékonyodott vezetõn is létrejöhet ilyen túlmelegedés. Ennek a rendellenes melegedésnek az okát vizsgálva bizonyítási kísérletek során, hőkamera segítségével megfigyelhető, hogy bizonyos áramkörökben ugyan annak az áramnak a hatására valóban magasabb hőmérséklet alakul ki a vezetõ egyes szakaszain, mint máshol, azaz helyi túlmelegedések detektálhatóak.



A rossz érintkezés miatti melegedés a hőkamera képén

A hőképen látható kismegszakítók

A hőkamerás képen látható jelenség magyarázata, hogy egyes helyeken vezeték keresztmetszet csökkenés, vagy bizonyos érintkezési pontokon átmeneti ellenállás növekedés jött létre. Amellett, hogy a megnövekedett átmeneti ellenállás hatására létrejött melegedés, könnyen detektálható és szemléltethető, egyszerű fizikai összefüggésekkel is számítható és gyorsan levezethető, ezáltal így módon is bizonyítható.



Szemléltető példa az átmeneti ellenállás értelmezéséhez

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} \text{ és } P = U \cdot I = I^2 \cdot R \text{ tehát}$$

$$P = I^2 \cdot \frac{\rho \cdot l}{A}$$

$$A = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} \text{ ebből következik, hogy } \frac{1}{A} = \frac{4}{d^2 \cdot \pi}$$

$$P = I^2 \cdot \frac{\rho \cdot l \cdot 4}{d^2 \pi}$$

Ha az átmérő a felére csökken

$$A' = \left(\frac{d}{4}\right)^2 \cdot \pi = \frac{d^2 \cdot \pi}{4 \cdot 4} \text{ tehát } \frac{1}{A'} = 4 \cdot \frac{4}{d^2 \cdot \pi}$$

$$P' = I^2 \cdot 4 \cdot \frac{\rho \cdot l \cdot 4}{d^2 \pi} \text{ tehát } P' = 4 \cdot P$$

$$P_{keletk} = P_{kisug} \quad P_{kisug} = d \cdot \pi \cdot l$$

Első ránézésre lehet, hogy a néhány fizikai összefüggés miatt bonyolultnak tűnik ez a magyarázat, azonban, ha hozzáolvassuk az alábbiakban leírtakat a fenti néhány egyszerű képlethez, akkor az ábra segítségével már talán mindenki számára érthető lesz.

A szemléltető példa ábráját nézve azt jelentik a fenti összefüggések, hogy egy L hosszúságú vezeték szakaszt vizsgálva, ha azon I áram folyik és a vezetõ átmérője (d) a felére fog csökkenni (d/2) az átmeneti ellenállás (R) az adott vezeték szakaszon a négyszeresére fog nőni. Ezzel együtt a vezeték szakaszon a leadott teljesítmény (P), tehát a hőfejlődés is a négyszeresére nő. A képletekből látszik az is, hogy ha a vezetõ átmérője a negyedére csökkenne, akkor a leadott teljesítménye a 16 szorosára nőne, vagyis az átmérő csökkenésével a fajlagos ellenállás, így a leadott teljesítmény a hőfejlődés szintén négyzetesen nőne.

Ha az ellenálláson keletkező (P_{keletk}) és a hősugárással leadott hőmennyiség (P_{kisug}) egyenlő, akkor termikus állandósult állapot van. A hőmérséklet nem változik. Ez azt jelenti, hogy az ábrán látható vezetõ második szakaszán (a d/2 átmérőjű szakaszon) van egy, a környezetéhez képest magasabb hőmérsékletű üzemeleg állapot, majd a vizsgált vezeték szakasz harmadik szakaszán ismét egy alacsonyabb üzemeleg állapot detektálható.

Ha több hő keletkezik, mint amennyit ki tud sugározni a felületén a vezetõ, akkor elkezd melegedni. A termikus egyensúly nem áll fenn, amíg az állandósult állapot nem áll be. Ez az átmeneti ellenálláson létrejövő melegedés elve.

A vezetõ környezetében lévő éghetőanyag gyulladási hőmérsékletét elérő rendellenes melegedés kialakulása elvileg nincs összefüggésben az áramkörre kapcsolt fogyasztó teljesítményével. Ilyen jellegű túlmelegedés a nagyobb teljesítményű, nagy áramfelvételű berendezéseknél mégis gyakrabban kellene, hogy előforduljon, mivel nagyobb vezetõ keresztmetszet esetén nehezebb jól elkészíteni a megfelelő csatlakozásokat.

A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy ez nem csak az ilyen berendezésekre jellemző. Ez azonban már kivitelezési probléma, ezért érdemes lenne minden lehetséges fórumon felhívni a villanyszerelők figyelmét erre a jelenségre.

A jelenség jellemző adata az **áramsűrűség**. Leginkább ez befolyásolja a melegedést. Az áramsűrűség akkor növekszik meg, ha a vezetõ keresztmetszete lecsökken.

Ezért kell például az áram függvényében méretezni a vezetők minimális keresztmetszetét, és ezért lenne fontos, hogy a vezetõ számítással meghatározott minimális keresztmetszeténél az

áramkörben sehol se legyen kisebb keresztmetszet. Ha áramsűrűségről beszélünk, tudnunk kell, hogy a fogyasztó teljesítménye nem befolyásolja ezt az értéket. Éppen ezért ez a jelenség egy kisebb teljesítményű fogyasztó (pl.: normál lámpaizzó stb.) esetében is megfigyelhető. A fogyasztó csak az áramértéket határozza meg és az áramsűrűség mindezek után a vezető átmérőjének nagyságától függ. A fogyasztóhoz vezető vezeték az adott fogyasztó által felvett teljesítményhez tartozó áramerősséghez méretezik.

Hibahelyek jöhetnek létre többek között csavarkötéseknél (pl.: fűrés, vagy lyukasztás után sorjában hagyott vezetősíneknél), sorkapcsoknál, csatlakozó dugóknál és aljzatoknál, csúszó-érintkezőknél, csatlakozósaruknál, továbbá összesodort vezetékeknél stb.

Egy nem megfelelő felfekvésű áramvezető sín csatlakoztatása esetén, a hibás (sorjás) gyári lyukasztás következtében az érintkező felület az eredetinek a töredéke. Emiatt, ha rajta áram folyik a kötésponthoz túlmelegedés lép fel. Egy lazán sodrott kötés érintkező felületein is, az elegendő keresztmetszetű kontaktusfelület helyett több, kisebb ponton érintkező kapcsolat alakul ki, amely szintén képes lehet túlmelegedést, tüzet okozni.

A hibás kontaktushelyeknél a fémek oxidációja miatt egy öngerjesztő folyamat jön létre Ennek eredményeként a kialakult átmeneti ellenállás folyamatosan növekvő hő termel. Ez a folyamat addig tart, mígnem a melegedés mértéke el nem éri, meg nem haladja (pl. hővezetéssel) a hibahely környezetében lévő éghető anyag, anyagok gyulladási pontját.

A vizsgálat során minden esetben meg kell bizonyosodni arról, hogy **az áramkör zárt volt-e**, és meg kell állapítani, hogy a villamos hálózatban **milyen fogyasztó üzemelt**. A kezdeti hibahely és a tüzeset kialakulása között eltelt idő, döntően a terhelés, a kontakthiba, valamint a hőelvezetés mértékétől, továbbá a környezetben lévő éghető anyag gyulladáspontjától függ. Ez viszonylag hosszú intervallum, akár 1-2 év is lehet.

Ez a jelenség ivképződéssel alapvetően nem jár, csak akkor fordulhat elő ilyen esetekben ivképződés, amikor megszűnik a két vezető közti szigetelés, azonban az már egy következmény lesz, és nem keletkezési ok. A gyújtóhatást tehát ennél a jelenségnél a megnövekedett hőmérséklet jelenti.

Konkrét gyakorlati példaként érdemes megemlíteni a viszonylag gyakran előforduló – főként panelépítésű „házigyári” épületek esetében jellemző – „sorban felfűzött” padló-dugaljak tüzeit. Megfelelő körülményekkel, továbbá a közvetett körülményeket is vizsgálva sok esetben könnyen bizonyítható tűzkeletkezési ok lehet ez. Ha nem csak az adott tűzkeletkezési pontra (adott esetben például a több éve nem használt elektromos csatlakozóaljzat) koncentrálnak, hanem a villamos rendszer egészét és az egyéb körülményeket is vizsgáljuk (a rendszer sajátosságai, illetve az ügyfél, vagy tanú által a tüzesettel kapcsolatosan elmondottak), gyakran megállapított tűzkeletkezési okkal zárhatjuk a tűzvizsgálatot.

A 30-40 évvel ezelőtt épült, általában alumínium vezetékkel szerelt házigyári panelépületek villamos hálózatairól általánosságban elmondható, hogy a kiépített rendszert elavult, időszakos karbantartást igénylő, illetve a legtöbb esetben időközben már cserére szoruló vezeték, villamos gyártmányok alkotják. Az alumíniumvezetők sajátossága, hogy viszonylag lágy, és könnyen „fáradó”, valamint fizikai hőtágulásra

hajlamos anyaguk miatt az egyes kötésponthoz legalább az időszakos felülvizsgálatok során kézi utánhúzással, szükség esetén újrakötéssel kellene gondoskodni a megbízható, szilárd kötésponthoz. Az ilyen kialakítású lakásokban csak ritkán teljesülnek ezek a követelmények.

A gyakran évtizedekig nem ellenőrzött szerelvények és azok elhanyagolt csavarkötései, illetve a takart helyeken (pl.: szekrény sor mögött, asztal alatt) elhelyezett szerelvényekben összegyűlt por és pókháló esetleg tapéta maradványok együtt potenciális tűzkeletkezési helyek lehetnek. Gyakran előforduló szakmai hiba, hogy ilyen tűzkeletkezés esetén, ha megállapításra is kerül a villamos tűzkeletkezési ok, tűzvizsgáló szakemberek is előbb gondolnak villamos rövidzárlati ivre, mint villamos túlterhelés, vagy nagy átmeneti ellenállás okozta melegedésre.

Pedig csak az egyéb körülményeket és közvetett bizonyítékokat kellene kicsit körültekintőbben megvizsgálni, illetve megismerni az egyes kivitelezési sajátosságokat, fizikai összefüggéseket, vagy adott esetben egyes működési mechanizmusokat.

Egy tűzvizsgálói helyszíni szemle során, a teljes villamos rendszer átvizsgálása kiváló lehetőség arra, hogy részletesen megismerjük egy évtizedekkel ezelőtt használt és elterjedt, így gyakran előforduló kivitelezési módszer sajátosságait.

A házigyári építési mód esetében jellemző téglalap alapterületű helyiségeknél a kivitelezés során a két szemközti hosszfalra, vagy szomszédos helyiségek esetén a közös falban a 230V-os, falon kívüli elektromos csatlakozó aljzatokat (un. padló-dugaljakat) „sorban felfűzték” egymás után. Ez azt jelenti, hogy a villamos bekötésük nem kötődobozból vezetett egymástól független vezetékkel történt, hanem a kötődobozhoz legközelebbi első dugaljtotól továbbvezetett vezetékkel. Ez általában minimum 2db, de szomszédos helyiségek esetén előfordul, hogy 4-6 db ilyen módon „felfűzött” csatlakozóaljzatot jelent.

Amennyiben egy felfűzött rendszer sokadik, vagy éppen legutolsó csatlakozóaljzatába egy nagyobb teljesítményű fogyasztót (pl.: 1000-1800 Watt teljesítményű porszívót) csatlakoztatnak, általában nem az adott – feltehetően gyakrabban használt – aljzat kötésponthoz alakul ki rendellenes melegedés, hanem a régóta nem használt, gyakran takart helyen található első, második stb. villamos csatlakozó-aljzatnál. Érdemes tehát az érintett villamos berendezések, vezeték tágabb **környezetét és** sok esetben **a rendszer egészét** is megvizsgálni, továbbá az ügyben vélelmezhetően érdemi információval rendelkező, tulajdonos, bérlő, szerelő, karbantartó stb. személyek irányított megkérdezését is elvégezni, illetve **további információt gyűjteni**.

Túlterhelés: Ahogy az az első fejezetben már említésre került, túlterhelésről elsősorban vezeték, kábelek esetében beszélhetünk. Kialakulásának legfőbb oka a nem megfelelő tervezés, illetve kivitelezés, valamint a biztonsági berendezések (kismegszakítók, olvadó biztosítékok) kiiktatása, vagy drasztikus módon történő áthidalása („patkolása”).

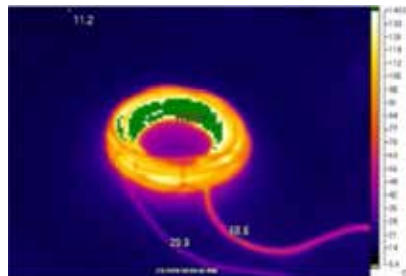
A nem megfelelő tervezés ebben az esetben azt jelenti, hogy az adott vezetőt a várható terheléshez képest „alulméretezik”, azaz keresztmetszeti felülete túl kicsi lesz a rajta ténylegesen keresztül folyó áramhoz képest. A túlterhelés tehát a hálózat olyan állapota, amelynek során a megengedettnél nagyobb áram folyik rajta keresztül. Abban az esetben,

ha a vezetõn átfolyó áram erõssége a hibahelyen meghaladja a vezeték terhelhetõségét, akkor ez az egész vezeték szakasz melegedni fog.

Ez a melegedés a hibahely oxidációjához vezet, amely körülmény további keresztmetszet csökkenést, és még nagyobb melegedést, hõképzõdést eredményez. Az elektromos túlterhelés következménye tehát egy olyan hosszantartó, egyenletes, általános túlmelegedés, egy öngerjesztõ folyamat, amely a vezetõ közvetlen környezetében található éghetõanyag (pl.: a kábel, illetve vezeték mûanyag szigetelésének, vagy egyéb éghetõ anyag) gyulladási pontját elérve tûzhöz is vezethet.

Gyakorlatilag az által valósul meg a hálózat túlterhelése, hogy nagyobb teljesítményû fogyasztót, vagy több fogyasztót kapcsolnak egyszerre rá, mint amire eredetileg az áramkört méretezték. Ez a jelenség akkor a legveszélyesebb, ha a már említett szerelési szabálytalansággal, vagyis az áthidalt („patkolt”) biztosítóval párosul.

Túlterhelés esetén az áramfelvétel ugyanis nagymértékben meghaladja az üzemi áram értékét, a **vezetõ teljes hosszán tartós melegedés** lép fel. Mivel a kiiktatott védelem a szélsőséges értékek elérésekor sem lép mûködésbe, a vezetõ hőmérséklete eléri, majd meghaladja a környezeti anyagok gyulladáspontját.



A túlterhelés miatti melegedés hõkamerás képe

hosszabbító a kísérlet 1. és 2. ismétlésénél

A legegyszerûbben szemléltethetõ példa erre a feltekert hosszabbító, amelynek elektromos csatlakozójába egy nagyteljesítményû fogyasztót (pl.: egy hegesztõ transzformátort) csatlakoztattak. A folyamatos és egyenletes melegedés hõkamera segítségével könnyen detektálható, így viszonylag egyszerűen megfigyelhetõ.

A túlterhelés kialakulásának elve szinte teljesen megegyezik a megnövekedett átmeneti ellenálláson létrejövõ melegedés kialakulásának elvével. A különbség, csak annyi, hogy ez nem lokális, és nem a vezetõ átmérõje csökken le drasztikus mértékben, hanem a rajta folyó áram értéke lesz nagyobb. Az alapösszefüggés itt is a $P=U \cdot I=I^2 \cdot R$

De a tüzeset kialakulása szempontjából a vezeték lokális túlterhelõdése esetén is szinte teljesen hasonló a jelenség, mint a nagy átmeneti ellenállás esetén. Ennek elõfordulása esetén ugyanis a vezeték egy viszonylag rövid szakaszán – az esetek többségében csak néhány milliméter hosszú – keresztmetszet-csökkenés, illetve szerkezeti károsodás állapotát, azaz egy hibahelyet tapasztalhatnánk a tüzeset kialakulását megelőzõen. A tüzesetet követõ tûzvizsgálat során ezek a hibahelyek már nyilván nehezebben azonosíthatóak, azonban, ha a rendszer átvizsgálása során mégis ilyen hibahelyekre utaló jeleket, elváltozásokat tapasztalunk, mindenképpen érdemes ezekre kiemelt figyelmet fordítani.

Ezek a hibahelyek kialakulhatnak gyártási, vagy szerelési hibából (pl.: „meghúzzák”, túlfeszítik, megtörik a vezetõket), vagy egyéb mechanikus behatás, sérülés miatt is. Az egyéb körülmények vizsgálata tehát rendkívül fontos (pl.: hogyan volt rögzítve, mennyire volt hozzáférhetõ, ill. mechanikai behatásoknak kitett stb.). Ennek vizsgálatára sok esetben a tûz által nem érintett szakaszokon is lehetőség nyílik, és akár szabad szemmel is felfedezhetünk ilyen hibákat, megkönnyítve ezzel a károsodott szakasz hibahelyeinek feltárását. A tûz lehetséges keletkezési okaival összefüggésben tehát **az épen maradt szakaszokat is** minden esetben vizsgálni és rögzíteni (pl. fényképezni) kell, mint ahogy az **egyéb körülményeket** is (pl. feltekert hosszabbító stb.).

A túlterhelést viszonylag hosszantartó (akár több év) fokozatos melegedés is jellemezheti, ivképzõdéssel alapvetõen nem jár, csak akkor, amikor már megszûnik a két vezetõ közti szigetelés, de az általában nem a tûz kiváltó oka lesz, hanem már egy következmény.

Tűzvizsgálat során tehát meg kell bizonyosodni arról, hogy **az áramkör zárt volt-e**, és meg kell állapítani, hogy a kábel, illetve vezeték **milyen fogyasztót táplált**, továbbá, hogy **volt-e biztosító, és ha igen az megfelel-e** (állapota, mûködõképessége, típusa, méretezése stb.) Vizsgálni kell ezen kívül a vezetõk keresztmetszetét is, valamint azt, hogy korábban volt-e már az érintett villamos hálózaton túlterhelés okozta mûszaki meghibásodás. Amennyiben volt, úgy azt is, hogy milyen intézkedések történtek a túlterhelések megelőzésére, illetve megszüntetésére. Ugyanis ha elõfordult korábban már ilyen – akár áramkimaradást is eredményezõ – túlterhelés, akkor **a fõvezetékét kell nagyobb keresztmetszetre kicserélni**, és nem a túlterhelést akadályozó biztosítót (fõvezeték esetében általában olvadó-biztosítékot) kell nagyobb áramerõsségûre cserélni, mint ahogy azt sajnos elég gyakran teszik.

A villamos áram gyújtóhatását vizsgálva a gyakorlatban elõforduló gyújtóhatások között további gyújtóhatások is ismertek, illetve esetenként az elõzõekben említett hatások közül több gyújtóhatás egyidejû jelenléte is azonosítható. Ilyen pl. a nagy átmeneti ellenállás következtében fellépõ melegedés és a kísérõjelenségeként jelentkező elektromos szikra. Fontos tehát, hogy ne csak a fellelt jellegzetes nyomok, elváltozások alapján értékeljünk, hanem – ahogy az korábban már említésre került – a tûzvizsgálati eljárás során beszerzett egyéb adatokat, információkat is figyelembe kell venni. Ilyen egyéb információforrások lehetnek a már említett meghallgatások, technológiai- vagy mûszaki leírások, az adott jelenségek, tárgyak,

eszközök fizikai, műszaki ismerete, az épen maradt villamos hálózat, berendezés vizsgálata során szerzett tapasztalatok, esetleg kísérletek, saját szakmai tapasztalatok stb.)

A gyújtóhatások, hibahelyek említése esetén érdemes megemlíteni többek között a hibás kapcsolásokat, valamint a – főként villámlás következtében fellépő – átmeneti túlfeszültséget is. Hibás kapcsolás esetében például a szerelési, karbantartási munkálatokat végző szakemberek a „fázis” és a „nulla” véletlenszerű felcserélésével 230V helyett 400V-ot kapcsolnak egyes fogyasztókra. De hibás kapcsolat kialakulásával hasonló problémát okozhat az is, ha például a közös nullbontó szerelvényel rendelkező villamos hálózatban a nullbontás hatására kapcsolódik 400V az üzemszerű 230V helyett a nullvezetőkön összekapcsolódó berendezésekre. A nullavezető szakadása, kiszámíthatatlan üzemi állapotokat, feszültség eltolódásokat és túlfeszültségeket okozhat. A probléma akkor merül fel, ha két egyfázisú, váltakozó áramú fogyasztó két különböző fázisra van kötve, és a nullvezető „szakadása” bekövetkezik. A két fogyasztó ekkor automatikusan sorba kapcsolódik, és a teljes vonali feszültség ezen jelenik meg. Az így létrejött soros kapcsolatban a teljes feszültség az ellenállások arányában oszlik meg.

Az elektromos hibahelyek azonosítása

A tűzvizsgálat legfőbb célja, a tűz keletkezési helyének, idejének és okának a meghatározása. E célok elérése érdekében az érintett helyszín tűzvizsgálati szemléljén a villamos tűzkeletkezési ok lehetőségének vizsgálata során, a villamos hálózaton és elemein főként hibahelyeket, jellegzetes elváltozásokat célszerű keresni. Ehhez, az érintett hálózat egészét és elemeinek környezetét is vizsgálni kell, ugyanis az azokon megfigyelhető elváltozások segítenek eljutni az említett hibahelyekhez.

A tűz keletkezési helyének, idejének megállapítására leginkább a tűzkiváltó ok kiderítése miatt van szükségünk, hiszen akkor van lehetőségünk megtalálni a keletkezés körülményeire utaló nyomokat, ha be tudjuk határolni, hogy hol kell azokat keresni. Ennek meghatározásában nagy segítség számunkra a már említett elváltozások (korom, esetleg kénlerakódások, zárlathelyek, égésnyomok) felkutatása, rögzítése, valamint az épen vagy részben épen maradt tárgyak állapota. A tanúk, a beavatkozók meghallgatásából is sok értékes információt nyerhetünk a keletkezés helyének, idejének, okának megállapításához. Legalább ennyire fontos dolog az adott égő rendszer megismerése, értékelése, az összefüggések ismerete. Ehhez szükségünk van égéseméleti, fizikai, kémiai, műszaki ismeretekre is. Ez utóbbiakhoz lehetnek hasznosak számunkra a különböző diagnosztikai vizsgálatok. A tűzkiváltó okok vizsgálatakor vizsgáljuk, hogy hogyan alakulhatott ki egy olyan szituáció, amelyben az égéshez szükséges alapfeltételek (éghetőanyag; oxidálószér; valamint hő, azaz gyújtóforrás) egy időben egy helyre, a vizsgált tűzhelyszínrre kerülhetett.

A tűz keletkezésében szerepet játszó rendellenesség kialakulásának azonosításához ismerni kell a vizsgált berendezés üzemszerű működését. Ez feltétlenül szükséges ahhoz, hogy vizsgálni tudjuk, egyáltalán hol lehetett olyan gyújtóhatás, amely tüzet tudott okozni. Ebből következik, hogy az üzemszerűtől eltérő működések megismerése legalább ilyen fontos.

Ha egy berendezésen egy meghibásodási folyamat zajlik le, akkor annak „utolsó állomása” egy üzemzavar, üzemképtelenség, esetleg tüzeset lesz. A meghibásodás bekövetkezése előtti időszakban azonban mód van karbantartási diagnosztikai vizsgálatokra és ezzel a hiba (a tűz)

megelőzésére. Ha ez nem történt meg és az esemény bekövetkezett, szükség van a tűz keletkezési okának meghatározására.

A keletkezési ok megállapításának egyik leghatékonyabb módszere a meghibásodási folyamat rekonstruálása. Az események utólagos elemzésekor a megtalált, azonosított állapot jellemzői alapján, azokat összehasonlítva a megelőző vizsgálatokból ismert jelenségekkel az esemény létrejöttének folyamata rekonstruálható. Aki jól tud diagnosztikai vizsgálatokat végezni, az utólag is könnyen meg tudja mondani, mi okozhatta a tüzet. Ezért jelent előnyt a sikeres tűzvizsgálathoz a megfelelő szintű villamos műszaki ismeret, mérés technikai ismeret és a vizsgálati módszer ismerete.

Ha a tüzeset bekövetkezése előtt nem készült megelőző, diagnosztikai mérés, de mondjuk, van lehetőség egy, a tűzben károsodottl megegyező típusú, de még működőképes berendezés diagnosztikai vizsgálatára, akkor szintén könnyen felderíthető lesz, mi okozhatta a tüzet. A villamos berendezések okozta rendellenes melegedések diagnosztikai vizsgálatához, a tüzek kialakulásának megelőzéséhez többféle módszer ismert, de a hő hatásának jelentőségét legjobban az infrakamera képes detektálni.

A megfelelő vizsgálati módszer megválasztásához fontos szempont az is, hogy milyen eszközök állnak a vizsgálatot végző személyek rendelkezésére. A katasztrófavédelem hivatásos tűzvizsgálói az esetek túlnyomó többségében jelenleg viszonylag könnyen hozzáférnek hőkamerához.

Nagy előnyt jelent, ha egy tűzvizsgáló elméleti ismeretet, diagnosztikai mérések során szerzett tapasztalatokkal egészítheti ki. Ehhez bizonyos szintű mérés technikai ismeretekre is szükség van, azonban ez senkit sem szabad, hogy elriasszon, ugyanis a hőkamerás mérések elvégzéséhez például már 1-2 órás internetes utána-olvasás is elegendő lehet. Természetesen a gyakorlati alkalmazás során szerzett saját tapasztalatok még nagyobb mértékben segítik a szükséges ismeretek megszerzését.

A hibahelyek felkutatása nem csak a tűzkeletkezési ok megállapítását segíti, hanem a keletkezés helyének azonosítását is. Ahogy azt korábban is említettük már, egy zárlati hely felfedezésével még korántsem biztos, hogy megtaláltuk a tűzkeletkezés okát, azonban a zárlat helye viszonylag pontosan meghatározza azt a szűkebb teret, amelyben a tűz keletkezett, és kezdett kifejlődni. A keletkezés okától függetlenül biztos, hogy a feszültség alatt álló vezetőket azon a ponton érte elsőként a tűz ahol a zárlat keletkezett.

A tűz keletkezési okának tisztázása – azaz, a helyszínen felállított, valamint esetlegesen a későbbiekben felmerülő lehetséges verziók, tűzkeletkezési okok közül történő kiválasztás – a tűzvizsgálat későbbi szakaszában jellemző, ezért erről csak a későbbiekben és csak érintőlegesen fogunk említést tenni. Itt is fontos azonban megjegyezni, hogy az egyes verziók alátámasztásához, illetve cáfolásához a helyszíni szemle során kell felkutatni és rögzíteni a szükséges bizonyítékokat, adatokat, információkat. A villamos eredetű tűzkeletkezési okokkal kapcsolatos egyes verziók felállítása érdekében is az egyik legfontosabb információgyűjtési tevékenység a hibahelyek keresése.

A hibahelyek keresésének módszere

A villamos eredetű műszaki hibák, hibahelyek azonosításához, rögzítéséhez is a – korábban már említett, és az általános tűzvizsgálati helyszíni szemle során is leggyakrabban alkalmazott – statikus, illetve dinamikus szakaszról álló, távolról közelítő módszer a legalkalmasabb. Ez a módszer kerül bemutatásra az alábbi néhány pontban, összefoglalva ezzel a korábban már említett, a tűzvizsgálati helyszíni szemle során végzett villamos rendszer vizsgálatára vonatkozó fő szempontokat, helyszínelési szabályokat.

1. **Vizsgálat sorrendje, logikája** (főelosztók, elosztók, fogyasztásmérők; betáplálások; kivezetések, lekötések; védelmi mód: nullázás, védőföldelés; biztosító eszközök stb.).
2. **Biztosító eszközök vizsgálata** (olvadó-biztosítók, kismegszakítók: meglét, megfelelőség: méretezés, bekötés helyessége; aktuális-, és beavatkozás előtti-tűzkezelési állapot; működőképesség, fizikai akadályok, egyéb szabálytalanságok).
3. **Eredeti hálózat megismerése** (ha szükséges elméleti rekonstrukció, nyomvonal rajz).
4. **Nyomvonalak követése** (megbizonyosodni, hogy az áramkör zárt volt-e; áramköri elemek vizsgálata a nyomvonalnak megfelelő sorrendben, ha vannak feliratozások).
5. **Áramköri elemek vizsgálata** (vezetők, kapcsolók, csatlakozók, kötődobozok, kötések, világítótestek, foglalatok, fogyasztók stb.) az érintett és ép szakaszokon is!!!
 - a. *vezetők* (megfelelőség: gyártmány, szigetelés, keresztmetszet, szerkezet, vezetőir szám, anyag; állapot: elszíneződés, oxidálódás, kormozódás, ridegség, hajlítási ív, megtörés, szétvetülés, megfolyás, göbösödés, kristályszerkezet egyéb fizikai elváltozások, sérülések stb.),
 - b. *kapcsolók* (megfelelőség: CE, IP, Ex, stb., típus; állapot; kötések; érintkezők, elváltozások: külső/belső, sérülések; „mit kapcsolt” stb.),
 - c. *csatlakozók* (aljzatok, villák, saruk érintkezői, kötése, védelmi képessége, stb),
 - d. *kötődobozok* (megfelelőség: méret, tömítettség, anyag, sérülésnyomok stb.),
 - e. *kötések* (vezetők anyaga: azonos/különböző; kötőelem; megfelelőség: kötéstípus, szabványosság, laza/szilárd; kiszakaszolás és ép rész visszakapcsolása után akár hőkamerás bizonyítási kísérlet stb.),
 - f. *világítótestek, foglalatok* (megfelelőség: CE, IP, Ex, stb., típus; állapot; kötések; érintkezők; elváltozások: külső/belső, sérülések; izzó, fényes stb. megfelelősége, teljesítmény),
 - g. *fogyasztók* (megfelelőség: CE, IP, Ex, stb., típus; állapot; kötések; érintkezők; elváltozások: külső/belső, sérülések; teljesítmény; használati idő; használat: volt-e csatlakoztatva, ha igen be volt-e kapcsolva stb.),
6. **Szerelési, kivitelezési jellegzetességek, hibák keresése** (érintett és ép szakaszokon egyaránt, elosztókban, hálózaton, rendszerelemeken stb. Kiszakaszolás és ép rész visszakapcsolása után akár hőkamerás bizonyítási kísérlet is.).
7. **Környezet** (égés feltételei; éghető anyag koncentráció; fizikai tulajdonságok; halmazállapot, tűzveszélyesség, hőmérséklet, páratartalom, légmozgás, villámlás stb.)

8. **Meghallgatások** (az ügyben érdemi információval rendelkezők, tulajdonos, bérlő, szerelő, karbantartó, szakember, szakértő stb. irányított megkérdezése,
9. **További információgyűjtés** (nyomvonalterv, műszaki terv, gépkönyv, használati utasítás, műszaki leírás, felülvizsgálati, hibajavítási jegyzőkönyvek, karbantartási napló, bizonyítási kísérlet, a folyamat rekonstrukciója, szakértők, diagnosztikai vizsgálatok, mérések, szakkönyvek, tudományos munkák, cikkek, internet stb.).
10. **Rögzítés:** Mint minden tűzvizsgálati helyszíni szemle esetében, a villamos keletkezési okok vizsgálatával összefüggő helyszíni cselekmények esetében is fontos, hogy a fellelt, hibahelyeket, elváltozásokat, helyszíni tapasztalatokat illetve begyűjtött információkat a megfelelő módon (leírással, jegyzőkönyvezéssel, fényképekkel, illetve ha szükséges, akkor rajzon, vagy eredetben) rögzítsük, hogy azoknak a későbbiekben „bizonyító erejük” legyen.
11. **Biztonság:** bármely villamos gyártmány, berendezés stb. vizsgálata esetén kiemelt figyelmet kell fordítani a villamos biztonságtechnikai szabályok betartására és betartatására. **Minden villamos gyártmányt, eszközt, berendezést azok megközelítésekor feszültség alattinak kell tekinteni** és a vizsgálat során folyamatosan ellenőrizni kell a feszültségmentességet. (Ennek egyik legcélszerűbb módja az elektromos térerő-detektor folyamatos használata.) Feszültség alatti villamos gyártmányon, eszközön, berendezésen munkát (bele értve a villamos mérést is) csak arra képzett és jogosult villamos szakember végezhet. Amennyiben a helyszíni szemle során szabadon hozzáférhető feszültség alatti részt, részeket detektálunk, a tűzvizsgálati eljárást a szabványos feszültségmentesítés elvégzéséig fel kell függeszteni. Itt külön felhívom a figyelmet a gyakran előforduló illegális bekötésekre.

A hibahelyek keresésére irányuló helyszínelési főszabályok közül fontos külön kiemelni az egyik legfontosabbat, a **vezetők (vezetékek, kábelek, sínek, stb.) vizsgálatát**.

A következőkben összegzésre kerülnek a már említett műszaki meghibásodásokra (elsősorban túlterhelésre és nagy átmeneti ellenállásra) utaló legjellegzetesebb elváltozások:

- A hibahelyhez közeledve a vezeték egyre vékonyabb,
- A vezeték folytonossága a hibahelynél a kialakult tűz, valamint a tűzoltás következményeként fellépő mechanikus hatások miatt megszakadhat.
- A hibahelynél sodrott rézvezeték esetén az elemi szálak gyakorlatilag egybeolvadnak, ami tulajdonképpen a réz kristályszerkezetében létrejövő változást jelenti. Tömör réz vezetékknél, vezetőknl is létrejön, létrejöhet a kristályszerkezet változás.
- A hőhatás és a kristályszerkezet változás miatt a vezeték a hibahelynél és még attól távolabb is rideggé, törékennyé, a színe pedig sötétvörössé válik.
- A hibahely közelében lévő csatlakozók (pl. csúszósaruk) felületén a különböző anyagok, illetve anyagminőségek miatt esetleg fémvándorlás jelensége tapasztalható.
- Általában a keletkező tűz hatásaként a vezeték szigetelése megsérül a még feszültség alatt álló vezetékek összeérhetnek és a zárlati helyen göbösödés, fémolvadék képződés tapasztalható.
- A tüzesetet megelőzően, vagy akár már korábban tapasztalt vibráló lámpaizzók,
- Diagnosztikai (pl.: hőkamerás) vizsgálatok során tapasztalt rendellenes melegedések, a tüzesetet megelőzően elvégzett felülvizsgálatok során, vagy a tűz által érintett

szakasszal megegyező kivitelezésű és terhelésű villamos hálózatok tüzesetet követő, utólagos vizsgálata során.

- Esetleg bizonyítási kísérlet(ek) során tapasztalt rendellenes melegedések, egyéb elváltozások.

A villamos tűzkezelési okokra jellemző nyomok, körülmények felkutatásának, azonosításának módszereinél, és az első fejezetben is említésre került, hogy az egyes elektromos tűzkezelési okok közül a leggyakrabban előforduló ok a megnövekedett átmeneti ellenállás következtében létrejövő melegedés. Említésre került az is, hogy a villamos berendezések meghibásodása esetén, de még a gyújtóhatás jelentkezése előtt a legfőbb tűzkiváltó okot, vagyis a megnövekedett átmeneti ellenállás következtében létrejövő melegedést legjobban hőkamerás (más néven: infrakamerás) vizsgálattal tudjuk diagnosztizálni. Ezen a vizsgálati módszeren kívül persze más mérési módszerek is vannak, amelyekkel a nem üzemszerű, tehát valamilyen meghibásodás eredményeként létrejövő melegedéseket prognózis jelleggel detektálni lehet. Ilyenek például a különböző termoelemek, hőmérők, nem tapintó hőmérők (hőmérőpisztolyok); hőre irreverzibilisen elszíneződő festékek, kréták, bélyegek; hőre deformálódó, úgynevezett Seger-kúpok, valamint az eredetileg nem villamos berendezések rendellenes melegedését vizsgáló, de kisebb-nagyobb átalakítást követően akár ilyen célokra is használható eszközök (csapághőmérséklet érzékelők, vízhőmérséklet mérők) stb. alkalmazása.

Nem a túlmelegedés hatására létrejövő tüzek megelőzésére, hanem az ivhúzások lokalizálására, az ezekhez vezető műszaki meghibásodások diagnosztizálására, használhatóak az ultrahangmikrofonok. Ezek az úgynevezett koronakisülés jelenségeit kísérő, az emberi fül számára nem hallható tartományban létrejövő hangok detektálására alkalmas eszközök. Nagyfeszültségű berendezéseknél használják, főleg nagyfeszültségű távvezetékek porcelán szigetelőinek vizsgálatára használják.

Ahhoz, hogy a tűzvizsgálat során, utólag vissza tudjuk keresni a villamos berendezések meghibásodásainak nyomait, ismernünk kell a még be nem gyulladt, még meg nem hibásodott berendezéseken a jellegzetes hőmérséklet eloszlásokat, az átmeneti ellenállások hőforrás helyéről kiinduló hőelvezetéseket. Ez azért fontos, mert a hőelvezetéssel azonos kényszerállapotban sérülnek, károsodnak a környezeti szigetelőanyagok, berendezések stb., és jönnek létre a gyulladási körülmények, valamint az ezeket igazoló égésnyomok. Ilyen jellegzetes hőmérséklet-eloszlásokat és hőelvezetéseket jól szemléltető, infrakamerás méréstechnikával készült kép a fejezet első részében a rendellenesen melegedő kismegszakító esetében volt látható.

További két általános szabály a villamos rendszerek vizsgálatára vonatkozó fő szempontokhoz, illetve helyszínelési szabályokhoz:

1. Ha a szolgáltató kikötötte az áramot, de felmerül annak lehetősége, hogy illegális bekötés történt, akkor értelemszerűen kell alkalmazni az előzőekben összefoglalt módszereket és ennek megfelelően kell az azokkal kapcsolatos észrevételeket, nyomokat, bizonyítékokat rögzíteni, dokumentálni.
2. A vizsgálatra vonatkozó fentiekben részletezett alapelvek eredetileg az 1000V-nál nem nagyobb erőáramú hálózatok vizsgálatával kapcsolatosan kerültek összeállításra. Ezek a szabályok gyengeáramú rendszerek, villamos eszközök, berendezések stb.,

valamint a közép- és nagyfeszültségű hálózatok, berendezések esetén csak többé-kevésbé alkalmazhatóak, a gyakorlatban ugyanis a 11. pontban említett **biztonsági szabályok, előírások** mindegyik esetben egész mások.

Főként a közép és nagyfeszültségű hálózatok biztonsági előírásai miatt **ezzel a rendszerekkel is foglalkoznunk kell ebben a fejezetben.**

Az 500V-nál nagyobb feszültségű hálózatok vizsgálata biztonsági szempontból:

A 0,5kV feletti hálózatoknál nem csak szakmai megfontolásból, hanem biztonsági okokból is **elkerülhetetlen** a szakemberek (legtöbb esetben kimondottan **helyi szakemberek**) **bevonása**, ugyanis az ilyen berendezések, illetve hálózatok megközelítése is életveszélyes.

Ilyen hálózatok egyébként többek között a BKV Zrt. villamosait, trolibuszait és az M1-es (Kisföldalattiját) tápláló 600 V-os, valamint az M2, M3, M4 metrók 825V-os, továbbá a HÉV járműveit ellátó 1000 V-os **egyenáramú hálózatok**. De ide sorolhatjuk a A MÁV Zrt. által üzemeltetett, és az összes hazánkban közlekedő vasúti villamos-mozdonyt tápláló 25kV-os váltakozó áramú hálózatot is. Igaz, ez már inkább a hazai lakossági villamosenergia elosztóhálózatokat, illetve az ipari üzemek ellátását is biztosító főelosztó-hálózatot üzemeltető szolgáltatók 10, 20 és 35kV-os, illetve 120, 220kV-os feszültségű hálózataihoz hasonlít, ugyanis ezek mindegyike (50Hz-es frekvenciájú) váltakozó áramú, és névleges feszültségeiket tekintve 1000V-nál lényegesen nagyobb, közép- és nagyfeszültségű hálózat.

Összességében igaz azonban mindegyik említett 0,5kV feletti hálózatra, hogy ezekben az esetekben már **speciális igények, elvárások érvényesülnek** a rendszerek, a rendszertechnikai elemek, továbbá a védelmi eszközök, védelmi elvek vonatkozásában. A struktúrák tulajdonságai, azaz az esetenként fellépő fizikai jelenségek is rendhagyóak a kisebb feszültségű rendszerekhez képest.

A nagyobb feszültségű berendezések, alkatrészek meghibásodása, vagy egyéb más körülmények (pl. valamilyen állat kritikus környezetbe kerülése) miatt tüzet okozó villamos ívek, kábelfej-robbanások következhetnek be. Ilyenkor a villamos ívekre jellemzően fémolvadékok, lyukak, ivhegesztéshez hasonló elváltozások keletkeznek az anyagokban.

A nagyfeszültségű váltakozó áramú hálózatoknál különböző hiba okok miatt akár robbanás is bekövetkezhet. Ilyenkor romboló hatás érvényesül, akár nagyobb, nehezebb tárgyak ellökődhetnek, elmozdulhatnak a helyükről, tekercsek robbanhatnak és szakadhatnak szét stb.

A biztonsági okok mellett, ezekben az esetekben a vizsgálat lefolytatásához is jelentős segítséget nyújthatnak a helyi szakemberek. Persze ezzel a lehetőséggel is óvatosan kell bánni, mert az adott struktúrákezelési, karbantartási szabályok vizsgálata után kiderülhet, hogy a szakemberek – az esetleges vétkes hiányosságok leplezése miatt – érdekeltek lehetnek az információk visszatartásában, eltorzításában is. Ha van rá lehetőség a helyi szakemberek mellé egy független saját szakértő bevonása is célszerű

A tűzkezelés okára vonatkozó verziók felállítása

A tűzvizsgálat általános szabályait követve a hibahelyek azonosítását követően a tűzvizsgálati szempontból szintén fontos következő lépés a tűzkezelés okára vonatkozó verziók felállítása lesz.

Amennyiben az eddigiekben leírtak szerint végrehajtottuk az információgyűjtést, azaz lefolytattuk a helyszíni szemlét (amely során objektív módon bemutattuk a helyszínt és azonosítottuk az említett lehetséges elektromos hibahelyeket is, továbbá fényképeket, esetleg videó felvételeket, vázlatrajzokat készítettünk), valamint felkutattuk és meghallgattuk a tanúkat, ügyfeleket, esetleg szemlétárgyakat, mintákat gyűjtöttünk be – azaz minden körülményt megismertünk – illetve azokról adatokat gyűjtöttünk, megkezdhetjük a rendelkezésünkre álló adatok információk elemzését. Logikusan, objektíven kell elemezni minden begyűjtött információt. Az elemzés alapján hipotéziseket, verziókat kell felállítani a tűz keletkezési körülményeire vonatkozóan.

Ez általában főként a gyújtóforrásra vonatkozó lehetséges verziókat jelenti, az elektromos berendezések tüzeinél pedig, szinte minden esetben azt. Ezeknél legtöbbször az a kérdés, hogy a vizsgált berendezés fel tudott-e melegedni annyira, hogy kigyulladjon, tüzet okozzon, továbbá, hogy mi okozta ezt a felmelegedést.

Az égéshez szükséges éghetőanyag az esetek túlnyomó többségében adott, mert a vezetékiszigetelések, a berendezések tokozatai, házai – kevés kivételtől eltekintve – éghetők.

Az oxidálószer jelenlétére, már inkább írhatók fel verziók, mert bárhol előfordulhat, hogy olyan jól tömített az adott berendezés háza, hogy az égés egy kis idő után, oxigén hiányában, önmagától kialszik. Igaz ezekben az esetekben általában nem folyik tűzvizsgálat. Azonban, ha az előbb említett okból ki kellett volna, hogy aludjon a tűz, és mégsem aludt ki, így tovább tudott terjedni, vizsgálni kell, hogy miért tudott továbbterjedni. Ebből következik, hogy a tűz terjedésére is lehet verziókat felállítani. A verziók felállításának legfontosabb része mégis a lehetséges tűzkeletkezési okokkal kapcsolatos feltevések lesznek. A feltevések során csak a megfigyeléssel, kísérlettel egyértelműen bizonyítható tényeket szabad figyelembe venni, ahol többek között meghatározásra kerülnek a tüzeset helyszínén jelenlévő gyújtóforrások, az elsőként meggyulladt éghető anyag, a tűz terjedése, és a szellőzés befolyásoló hatása.

Verziók ellenőrzése a bizonyítékok, adatok, információk segítségével

Ez a tűzvizsgálatnak a leggyakorlatiasabb fázisa. A helyszínen tapasztaltakat, a fellelt bizonyítékokat, a tanúk, a tűzoltói beavatkozást végzők elmondásait összevetjük az előzőekben felállított verziókkal. Minden verziót vizsgálunk, hogy mi szól mellettük, és mi szól ellenük. Melyiket milyen érvekkel, milyen bizonyítékokkal tudjuk alátámasztani, vagy

éppen cáfolni. Fontosnak tartom itt ezt a tűzvizsgálati momentumot megemlíteni, és ennek kapcsán is külön kiemelni az elektromos energia tűzkiváltó hatását, mert sokan kezelik ezeket a verziókat úgy, mint megfoghatatlan, bizonyíthatatlan tűzkiváltó okokat, pedig, mint ahogy az már említésre került, nagyon sok bizonyítási lehetőség áll rendelkezésünkre. Ilyenek például a korábban említett tárgyi bizonyítékok, a tanúvallomások, a helyszínen tapasztalt és valamilyen formában rögzített nyomok, jelek is. De egy pillanatra se felejtsük el a fejezet elején idézett Goethe gondolatot se, amely szerint: „*A tudással nő a kételkedés is*”, hiszen ahhoz, hogy a klasszikussá vált „*Vagy nem!*” szlogenünkkel verziókat tudjunk megdönteni, szükségünk van némi tudásra is, mint ahogy az adott verzió felállításához is.

Az eredmények és bizonyítékok értékelése

Logikai módszerek alkalmazásával okozatból okra, a részből az egészre, a jelenségekből a lényegre igyekszünk következtetni. A begyűjtött, a tudomásunkra jutott információk, adatok, tények alapján folyamatosan szűkülve körvonalazódik bennünk, hogy milyen körülmények, okok vezettek a tüzeseményhez.

A tűzkezelés és lefolyás folyamatának megállapítása nem elhatárolt része a vizsgálatnak. Az egész helyszíni szemle, és a meghallgatások során is erre törekszünk. A felállított verziók közül végül több ki fog esni, hiszen ennek a módszernek éppen az a lényege, hogy a lehetséges verziók közül a fentiek alapján csak az maradjon meg, ami valóban meg is történhetett. Ha csak egy verzió marad, és elmondhatjuk, hogy a tűz csak és kizárólag így történhetett, és ezt bizonyítékok támasztják alá, akkor a tűz keletkezési oka megállapított. Sajnos az is tapasztalat, hogy a tűzvizsgálók többsége az elektromos áramot, mint tűzkiváltó okot csak akkor tüntetik fel megállapított tűzkeletkezési okként, ha minden más tűzkeletkezési ok kizárható, vagy ha szakértő megállapította. Valójában azonban ez sem jó megoldás, hiszen ennek egyértelmű nyomai, tárgyi bizonyítékai is vannak, a szakértő véleményének helyességét pedig, mindig felül kellene vizsgálni.

Mind a villamos kivitelező, és karbantartó szakemberek, mind a tűzvizsgálók munkájában vannak bizonyos szakmai hiányosságok. Ez utóbbiról korábban már volt szó, azonban a kivitelezési hibákról, hiányosságokról és a felelősségről még nem, pedig sajnos elég gyakoriak a súlyos, élet- és tűzveszélyes villanszerelési megoldások, amelyeket sok esetben, képzett – esetenként több éves, vagy akár több évtizedes gyakorlati tapasztalattal rendelkező – szakemberek „követtek el”, vagy hagytak jóvá. A tűzvizsgálat az a szakterület, amelyen keresztül a leghitelesebben lehetne bemutatni a villamos berendezések műszaki meghibásodásainak, kivitelezési hibáinak következményeit.

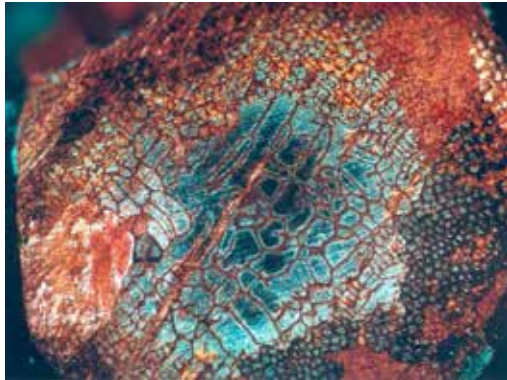
Szakértői vizsgálatok a tűzvizsgálatban

Külön fejezetben foglalkozunk a szakértői vizsgálatok szerepével, jelentőségével, azonban ebben a fejezetben is kitérek néhány speciális szakértői tevékenységre, amelyek a villamos eredetű tűzkeletkezési okok felderítéséhez nyújthatnak, nyújtanak hathatós segítséget.

A Budapesti Rendőr-főkapitányság egyik metallográfus, kutató fizikusa nagyszámú kísérlet elvégzése alapján megállapította, hogy a fém olvadékok keletkezési körülményei azok kristályszerkezetének vizsgálatával azonosíthatók.

A módszer lényege, hogy a két egyforma anyagú, színű, méretű, alakú, tehát látszólag teljesen megegyező, azonban két különböző körülmények között keletkezett olvadékcseppet műgyantába öntenek, és egy finomporos szuszpenzióval csiszolják, majd egy maró folyadékkal maratják, míg azok kristályszerkezete egy polarizációs mikroszkóppal láthatóvá válik. A kristályszerkezetek alapján nagyon könnyen eldönthető, hogy melyik olvadékcsepp melegebb volt és hűlt le gyorsan, és melyik melegebb volt, illetve hűlt le lassan.

Ilyen példa látható a két polarizációs-mikroszkópos felvételen, melyeken a két különböző körülmények között képződött olvadékcsepp kristályszerkezete közti különbség jól látható. A következő ábrán az elsőként említett olvadék látható, vagyis az, amelyik a tűz keletkezése előtt jött létre. Kristályszerkezetéből megállapítható, hogy egy meglehetősen nagy hő hatására keletkezett, majd ezt követően hirtelen és rövid idő alatt visszahűlt a helyiség hőmérsékletére.



Az egyik réz-ömleny, amelyen jól kivehető annak mikrokristályos szerkezete

A hirtelen felmelegedés, illetve a hirtelen lehűlés, rövid időtartam alatti jelentős hőmérsékletváltozást jelent, amely a környezeti hőmérsékleten lévő vezetőnek az iv hőmérsékletére történő felmelegedésében, majd annak környezeti hőmérsékletre való visszahűlésében nyilvánult meg. Az olvadás történhetett egy fellépő zárlati áram okozta iv hőenergiájának, hirtelen és rövid ideig tartó hatására, s így lehetséges volt a viszonylag rövid idő alatt történő visszahűlés, szilárdulás is. Ha a kialakult, és gyorsan lehűlt olvadék utólag a tűz hatására ismét felmelegszik, de nem éri el az olvadási hőmérsékletet, akkor ez az utóbbi melegebb és a vizsgálat eredményét nem befolyásolja.

A **mikrokristályos** szerkezetből arra lehet következtetni, hogy az olvadás utáni megszilárdulás, vagyis a visszahűlés rövid idő alatt történt. Az hogy az olvadás is rövid idő alatt zajlott le nem is volt kérdéses, hiszen tudjuk, hogy ilyen ömleny csak iv hatására jön létre, az iv pedig hirtelen hőmérséklet-növekedést jelent. A kristályokból látszik, hogy az anyag rövid ideig volt az olvadáspont környékén, vagyis gyorsan hűlt vissza a környezeti hőmérsékletre, mert az atomok a külső felület mentén sok helyen kezdtek el egymás mellé rendeződni, és épphogy létrejöttek a szemcsék már meg is szilárdult az anyag. Ennek

eredménye sok kicsi szemcsé lett. A vizsgált keresztmetszet belseje felé haladva nő a szemcseméret, mivel a belseje valamivel lassabban hűlt le, mint a külső felülete, hiszen a környezeti hőmérséklet a felületén keresztül hűtötte. Minél lassabban hűl egy anyag annál kevesebb helyen található meg az atomok egymásmellé rendeződései. Ha a külső hőmérséklet már az ömleny létrejötte előtt megközelítette a vizsgált fém olvadáspontját, és az ömleny létrejötte után is sokáig fennmaradt, (például egy folyamatosan égő tűznek köszönhetően), kevés helyen kezdtek el az atomok egymás mellé rendeződni. Mivel sokáig volt az anyag az olvadáspont környékén és a környezettel körülbelül megegyező sebességgel, lassan hűlt le, létrejöttek a kristálycsírák, amelyek később szemcsévé alakultak. Mivel kevés helyen alakultak ki szemcsék, és volt idejük az atomoknak összerendeződni a szemcsék mérete nagy lett. A kristályszerkezet az olvadékban, **nagykristályos, azaz makro kristályos**.



A másik réz-ömleny, amelyen jól kivehető annak makro kristályos szerkezete

Összefoglalva tehát a módszer lényegét, egy ilyen metallográfiai vizsgálatnál eldönthető, hogy egy olvadékcsepp a kialakulását követően milyen gyorsan hűlt le, tehát a tűz előtt, illetve annak kezdeti állapotában, vagy csak a tűz kifejlett szakaszában, annak következményeként jött létre. De akár a tűz keletkezési helyének behatárolásában is segédmotívum lehet egy ilyen vizsgálat, ha nincs olcsóbb, egyszerűbb megoldás a tűz kialakulási helyének meghatározására.

Ennek a módszernek egyetlen hátránya, hogy idő és felszerelés igényes, így elég költséges is. Adott esetben nagy segítséget nyújthat a tűzvizsgálónak és a villamos szakértőnek, de amikor csak lehet törekednünk kell az egyszerűbb, olcsóbb megoldásokra. Az egyik ilyen egyszerűbb, és elég gyakran célravezető vizsgálati megoldás a **koromlerakódások vizsgálatának módszere**, mely szintén azt hivatott eldönteni, hogy a fellelt, vizsgált hibahely a tűz keletkezése előtt, vagy azt követően jött létre.

A másik egyszerű vizsgálati lehetőség a korábban már említett **zárlathelyek keresése**, valamint a legtávolabbi zárlathely keresése.

Ha ezzel a néhány egyszerű módszerrel nem tisztázhatók a hibahely kialakulásának körülményei, azonban az ügy fontossága, illetve volumene azt a magasabb költségek ellenére is indokoltá teszi, a **metallográfus szakértő bevonása** jó megoldás lehet.

Más esetben is előfordulhat, hogy a rendelkezésünkre álló adatok, információk alapján, vagy az adott területet érintő szaktudásunk hiányában nem tudjuk megállapítani, pontosítani, hogy mi volt a tűz keletkezésének oka, ezért **elektromos szakértő bevonása** válik szükségessé. Ilyen eset volt egy középmagas lakóépület tetején elhelyezett neon reklámfény villamos eredetű tüze, amelynek során a Rendőrség által kirendelt igazságügyi elektromos szakértő állapította végül meg, hogy a tüzet a reklámfényhez tartozó egyik áramkör szakadása következtében kialakult statikus villamos ív okozta.

Az elektromos íveknél a további félreértések elkerülése érdekében szándékosan nem került említésre a nagyfeszültségű, kis áramú berendezéseken így létrejövő statikus ív gyújtóhatása, azonban mivel erről is mindenképpen érdemes néhány szót ejteni, ezért itt a szakértői tevékenységekkel kapcsolatos részben említjük.

Ezek a berendezések ugyanis olyan kivételes villamos gyártmányok, amelyeken egy ív képes tartósan fennmaradni, és nagy üzemi feszültségüknek köszönhetően akár több milliméteres szakadáson is áthúzni. Ezeknek az íveknek nagy energiájuk van, maghőmérsékletük 1500-1600°C körüli is lehet, melyet statikusan akár 10 percen túl is képesek fenntartani, tehát képesek például egy műanyag burkolatot is meggyújtani. Ilyen villamos berendezések a nagyfeszültségű fénycsőrendszerek, reklámvilágítási berendezések, melyek üzemi feszültsége 6-10kV is lehet. Ezek másik jellemzője az alacsony üzemi áramfelvétel. (pl.:37mA). Zárlat esetén, vagy ha az egyik fénycsővet rövidzár helyettesíti, az áramfelvétel elvileg meg kellene, hogy nőjön, amelynek következményeként a védelem működésbe kéne, hogy lépjen. Az ilyen áramkörök azonban tartalmazznak egy speciális elemet egy transzformátort, méghozzá egy úgynevezett szórótranszformátort. Ennek köszönhetően, ha rövidzárlat van az áramkörben a zárlati áram az üzemi áramnál csak néhány mA-rel lesz nagyobb. Ez azt jelenti, hogy a transzformátor kimeneti oldalát (meredek karakterisztikája miatt) akár teljesen rövidre zárhatjuk, a rövidzársi áram értéke nem fog lényegesen emelkedni és azt a transzformátor üzemszerűen elviseli. Azonban, ha nem zárlat, hanem szakadás keletkezik az áramkörben (amelyet okozhat mechanikai behatás, vagy akár egy rágcsáló is) a nagyfeszültség jelenlétéből adódóan egy erős, és akár több mm-es statikus ív keletkezhet, amely képes egy éghető anyagot meggyújtani.

Ezek a berendezések általában a helyszíni szemle során felismerhetőek, és az adatgyűjtés során is hamar tisztázható esetleges jelenlétük, azonban ezeknek és a zárlat, vagy a szakadás helyének felkutatása önmagában még nem biztos, hogy elegendő a keletkezési ok azonosításához, ismerni kell ugyanis az ilyen berendezések működését is. Az ilyen speciális ismeretek hiánya esetén célszerű bevonni villamos szakértőt.

Összegzés:

A tüzesetekről szóló híradásokban általános jellemző megfogalmazás, hogy a tüzet zárlat okozta. Valójában a zárlat egy olyan túlterhelés, amelynek hatására a megfelelően működő áramköri védelem leold, és az áramkört megszakítja. Egy megfelelően kialakított (méretezett), zárlat elleni védelem esetén nem szabad a zárlatnak tüzet okoznia. A tűzvizsgálók a tűz keletkezési helyének közelében gyakran találnak olyan helyeket, pontokat, ahol zárlati nyomokat lehet látni, amelyeket a tűz kiváltó okának vélnek. De ezeken a helyeken valójában nem a zárlat okozta a tüzet. A tűz hatására megsérült a szigetelés és létrejött a zárlat a tűz következtében. Nem a zárlat az ok, hanem a tűz. A zárlat itt okozat. A tűzvizsgálók többsége ezt a folyamatot nem a megfelelő logikával elemzi.

Ha egy tüzeset kapcsán a villamos áramot, mint lehetséges tűzkeletkezési okot szóban, vagy írásban megnevezünk, javasolt az adott ok **pontos említése**, vagy ha arra nincs lehetőség, akkor valamely **gyújtófogalom használata és nyomatékosítása**, ugyanis ha csak utalunk ezekre, akkor előfordulhat, hogy a laikusok az „egyszerűség kedvéért” elektromos szikrát, vagy elektromos zárlatot fognak említeni akkor is, ha mi más villamos keletkezési okot említettünk. Ilyen gyújtófogalom lehet a „valamely villamos gyártmány műszaki meghibásodása” mint tűzkeletkezési ok.

Amikor már tudni véljük a tűz keletkezésének pontos okát, akkor is célszerűbb általános gyújtófogalmakat használni (pl.: „1. nem zárható ki, hogy / 2. nagy valószínűség szerint a tűz valamely villamos berendezés műszaki meghibásodása következtében keletkezett”).

A sajtó képviselőinek tett nyilatkozat esetén ilyen esetekben célszerű külön felhívni a jelenlévők figyelmét, hogy ne írják le azt, hogy zárlat vagy szikra okozhatta a tüzet, mert ezek csak viszonylag ritkán okoznak tüzet. Célszerű nekik is lediktálni az említett gyújtófogalmak valamelyikét.

Közös feladatunk, hogy folytassuk azt az évek óta tartó, a tűzvizsgálói szakterület elismertségét segítő, fontos küzdelmet, amivel száműzhetjük a tűzvizsgálatból, valamint a tüzesetekkel kapcsolatos sajtóanyagokból a téves, és minden szakmai háttérrel nélküli megállapításokat, illetve tévhiteket.

A villamos gyártmányok hibáiból keletkezett tüzek vizsgálatának esetében az egyik legnagyobb tévhit továbbra is, hogy rövidzárlatra utaló nyom esetében megállapításra kerül, hogy a tűz az ív hatására jött létre, és a zárlathely közelében lévő szilárd éghető anyagot az ív hatalmas energiája gyújtotta meg. A gyakorlat azonban azt mutatja, hogy egy ív csak bizonyos speciális esetben képes olyan „tartósan” fennmaradni, hogy meggyújtsa szilárd halmazállapotú környezetét. Ezek a ritka esetek is inkább akkor következnek be, amikor például nagyon kicsi (mA nagyságrendű) a névleges áram és a zárlati áram közti különbség egy hálózaton, és szakadás jön létre, vagy amikor egy nagyfeszültségű villamos berendezésen – ahol nemcsak a feszültség, hanem a névleges áramerősség is üzemszerűen nagy – áthúzás következtében ív keletkezik.

A nagyon kicsi áramú, de nagyfeszültségű rendszeren kialakuló ív tipikus példája az említett „speciális” szóró-transzformátoros reklámfénycsőves áramkörön létrejövő szakadás hatására – a levegő átütési szilárdságának köszönhetően – kialakuló és fennmaradni képes statikus ív.

A VILLAMOS TŰZKELETKEZÉSI OKOK KÖZÜL A LEGJELLEMZŐBB TEHÁT, A VEZETÉKEK, KÁBELEK TŰLTERHELÉSE, VALAMINT A MEGNÖVEKEDETT ÁTMENETI ELLENÁLLÁS KÖVETKEZTÉBEN FELLÉPŐ MELEGEDÉSEK.

Természetesen nem állíthatjuk, hogy nem okozhat tüzet egy elektromos szikra, egy villamos ív, illetve zárlati ív, azonban ezek előfordulási gyakorisága az elektromos tűzkeletkezések nagy számához képest elenyésző. Olyan szélsőséges esetekben, amelyekben például valamely fokozottan tűz- és robbanásveszélyes, vagy tűz- és robbanásveszélyes anyag (gáz, gőz, porlevegő keverék) a robbanási határértékek közötti koncentrációban a tűz, illetve robbanás kialakulásának pillanatában a felsorolt jelenségek valamelyikével, valamely műszaki meghibásodás következtében együtt egy időben és térben jelen van, akkor bekövetkezhet a tűz, illetve robbanás. „Normál” körülmények között ez viszonylag ritkán fordul elő, ennek ellenére, mint lehetséges tűz keletkezési okot (verziót) szinte minden zárttérben történt tüzeset során vizsgálni kell, főként, ha valamilyen éghető anyag (földgáz, propán-bután gáz, kipárolgó éghető folyadék stb.) jelenléte valószínűsíthető.

„Kétkedem, tehát gondolkodom.”
Werner Mitsch

VI. Tűzvizsgálat a szakértő szemével

A vizsgálatban érdekelt felek

A tűzvizsgálati tevékenység hagyományosan hatósági tevékenység, amit hazánkban a tűzoltóság szervezeti egységein belül (újabban katasztrófavédelem) folytatnak. Ugyanakkor más országokban ez a feladat megoszlik a rendőrség és a tűzoltóság között, attól függően, hogy bűncselekmények felderítése vagy tűzvédelmi szakmai ismeretek szerzése a cél. Bárhogyan is szervezi az állam a tűzvizsgálat végzését, a hivatalos vizsgálat állami érdekből történik, az állam által megfogalmazott célokat kívánja megvalósítani (bűncselekmények üldözése, tapasztalatok szerzése, jogszabályok javítása stb.).

A tüzek okainak feltárása ugyanakkor másoknak is érdekük lehet. Nézzük meg ezek közül a leggyakoribbakat, érdekük szerint:

- A **közvetlen tűzkárosult** (akinél a tűz keletkezett). Aki a tűzkárt elsenvedi, a legtöbbször tudni szeretné, mi vezet oda, hogy nála tűz keletkezett. Mikor nem érdekli a tűz oka a károsultat? Ha nem élte túl a tüzet, mert elhalálozott, de ekkor a helyébe a közeli hozzátartozók lépnek. Ha maga okozta a tüzet gondatlanságból és ennek az okát tudja, de nem kívánja felfedni. Ha a tüzet maga okozta szándékosan és ennek kiderítésére szinte minden eszközt bevet. Ha úgy véli, hogy maga okozta a tüzet és ezzel másnak is kárt okozott, ezért fél attól, hogy Őt mondják ki hibásnak. Ha az elhúzódozó vizsgálat miatt nem tud termelni és ezzel még nagyobb kára származik. A legtöbb esetben azonban a károsult is tanulni akar az esetből, ezért kutatja a tűz okát, választ keres a történetekre.
- A **közvetett tűzkárosult** (akihez a tűz vagy annak valamely károsító hatása áterjedt, vagy akinek valamilyen kára származott még a tűzből kifolyólag). A szomszédok, a közüzemi szolgáltatók, a közvetlen tűzkárosultnál hagyott nagyobb tűzkárt szenvedett érték tulajdonosai szintén érdekeltnek lehetnek abban, hogy a tűzkár okát megismerjék, ha van felelős, azt megnevezzék, a saját kárukat legyen, aki kifizesse. Ezen szereplők motivációja egyre erősebb, a jövőben még markánsabban jelennek meg a vizsgálatok érdekeltjei között. Ők habár általában prekoncepcióval bírnak arról, hogy mi és ki okozta a tüzet, de általában a befolyásoló képességük kisebb egy vizsgálatnál.
- A **biztosító társaság**, társaságok (akiknek vagy a közvetlen vagy a közvetett tűzkárosultakkal van vagyonszociális szerződése). A biztosítók hagyományosan érdekeltnek a tűzvizsgálatban. Amennyiben van hatósági eljárás, úgy azok adatait is felhasználják, de egyre inkább saját vagy megrendelt külsős szakértői eljárást kérnek. Az ok nyilvánvaló: tudni szeretnék, hogy a szerződéses feltételek szerint terhel-e valakit felelősség, ha igen, annak mértéke elér-e azt, amikor más szabályok szerint kell téríteniük. Nagyobb vagyonszociális esetén még az is motiváció, hogy a viszontbiztosítókat, társbiztosítókat megnyugtassák, a kártérítésnek az összes feltételét megvizsgálták, ha fizetni kell, az legyen kellően megalapozott.
- **Egymással a tűz miatt szembekerült felek és a köztük létrejött vitát rendező szervek** (perbenálló felek, ügyvédek, önkormányzatok, békéltető testületek, választottbírók, bíróságok). Ezt a nagy csoportot érdemes egyben kezelni, habár a benne résztvevők érdeke ellentétes is lehet. Az alapséma szerint valakinek tűzből

eredő kára van és ezért valaki mástól vár kártérítést. Ezt az igényt alá kell támasztania, ezért ha van hatósági vizsgálati eredmény, akkor azt felhasználva, ha nincs, akkor a vizsgálatot megrendelve reméli, hogy ezt meg tudja alapozni.

- **Közvélemény, média.** A tűz mindig egy olyan jelenség volt, amire az emberek nagy többsége felfigyelt, ami érdeklí a közönséget, ha más miatt nem is, csak hogy elmondhassa, milyen jó, hogy ez nem vele esett meg. A szenciációra mindig éhes sajtónak is a tűzkár, főleg ha emberéletben vagy nagy anyagi javakban esett kár, három napig vezető hír tud lenni. Ugyanakkor ezen szereplőket a legtöbbször a felszínese, jól emészthető válaszok is kielégítik, saját vizsgálatot nem indítanak (erre sajnálják is a pénzt), így csak a mások vizsgálati eredményét kívánják felhasználni. Közös jellemzőjük még a légből kapott hírek tényként való beállítás és az általánosítás.

Fontos, hogy tisztában legyünk azzal: egy vizsgálatról mindenki a saját érdekei miatt más és más vár el, mégis a tűzvizsgálónak ettől függetlenül a saját szakmai meggyőződése szerint kell a munkáját elvégezni. Ez a szakértői etika alapja! Ez független attól, hogy hatósági, „normál” szakértői vagy igazságügyi szakértői eljárást folytatunk le.

A tűzvizsgáló

A jelen fejezetben a hatósági tűzvizsgálat szabályairól nem írunk, azok a könyv más részeiben és a vonatkozó jogszabályokban, utasításokban részletesen ismertetésre kerültek.

Jelenleg hazánkban a tűzvizsgálati szakértő hivatalos elismertsége 2007-re nyúlik vissza, amikor a tüzesetek vizsgálatára vonatkozó szabályokról szóló 12/2007. (IV. 25.) ÖTM rendeletben újraszabályozták a tűzvizsgálat szabályait és a tűzvédelmi szakértői tevékenység szabályairól szóló 6/2007. (III. 13.) ÖTM rendeletbe bekerült a tűzvédelmi szakértői szakterületek közé a tűzvizsgálati tevékenység is. A két hivatkozott rendeletet részleteiben itt nem ismertetjük, azok ma már hatályukat veszítették, de az utód jogszabályokat is felesleges lenne itt ismertetni, mivel remélhetőleg ez a könyv hosszabb ideig lesz használatban, mint ahogy a jogszabályok jelen formájukban élnek. A jogszabályok változásaival folyamatosan kell számolnunk, így a szakértői is az ügy szempontjából megfelelő változatot használja.

Kiből lehet tűzvizsgáló szakértő? Jelenleg ezt a 47/2011. (XII. 15.) BM rendelet a tűzvédelmi szakértői tevékenység szabályairól szóló vonatkozó részei tartalmazzák. Főbb szabályok:

- büntetlen előéletű és nem áll foglalkozástól eltiltás mellékbüntetés hatálya alatt,
- egyetemi vagy főiskolai végzettséggel és a külön jogszabály szerint meghatározott felsőfokú tűzvédelmi szakképzettséggel rendelkezik,
- legalább ötéves tűzvizsgálati szakmai gyakorlattal rendelkezik,
- az OKF főigazgatója által összeállított bizottság előtt eredményes vizsgát tett.

Aki a feltételeknek megfelel, azt a tűzvédelmi szakértői névjegyzékbe fel kell venni. A tűzvédelmi szakértői igazolvány a kiadásától számított öt évig érvényes, amelyet annak lejártá előtt öt évre meg lehet hosszabbítani.

A tűzvédelmi szakértőt törölni kell a névjegyzékből, ha (és itt csak a számunkra 2 legfontosabbra hívom fel a figyelmet):

- a szakértői igazolványának érvényessége lejárt (5 év) és annak meghosszabbítása nem történt meg,
- szakmai tevékenységének ellenőrzése során megállapításra kerül, hogy tevékenységét szakszerűtlenül végzi.

Ezek a minimum követelmények. Ahhoz, hogy valakiből elismert, szakmailag kiváló szakértő váljon, már csak a holtiglan való tanulás hiányzik. Ezért is szükséges, hogy egy szakmailag alapos, a tudását átadni képes szakértő mellett lehessen a gyakorlati tudást megszerzeni. Enélkül sokkal hosszabb és rögzesebb a szakértővé válás folyamata. A legfontosabb: a szakmai alázat, vagyis soha ne gondolja valaki, hogy azért mert már sok ügyet látott és oldott meg, ezért mindent tud; ekkor még a legegyszerűbbnek hitt eset is elegendő lehet, hogy rutinból tévútra jusson és helytelen következtetéseket vonjon le.

A jogszabályok lehetővé teszik a hatóságok részére a speciális szakismeret hiánya esetén külső szakértő bevonását (kirendelését). Ugyanez vonatkozik a nem-hatósági eljárásoknál is. Amennyiben egy tűzvizsgáló a megbízása során olyan szakkérdéssel találja magát szemben, amit maga teljesen nem tud megoldani, de a szakvéleménye elkészítéséhez ez szükséges, a megbízója hozzájárulásával társszakértőt kell, hogy bevonjon. Ugyanezt a módszert alkalmazzák az igazságügyi szakértők is, ahol ezt az igényt a kirendelő bíró vagy hatóság számára jelzik. Az így elkészített két anyag vagy külön-külön kerül a megbízóhoz vagy egyesített műszaki (vagy más) és tűzvizsgálati szakvéleményként kerül kiadásra. A külsős szakértők megbízásával kapcsolatban is ugyanazok a szabályok érvényesek, mint a tűzvizsgáló szakértőkkel kapcsolatban. A szükséges szakismeretnek megfelelő szakmai kompetencia és a névjegyzékben való szereplés (ez utóbbi nem mindig fontos, ezt a megrendelővel kell egyeztetni).

Habár a szakértői tevékenység mindig személyhez kötődő, ez nem jelenti azt, hogy azt egyedül érdemes végezni. A szakértő is csak emberből van, ezért hibázhat, lehet fáradt, dekoncentrált, lehet, hogy az adott témában nem elég felkészült, időhiánnyal küzd és még sok más oka is lehet, hogy nem tudja az elvárt feladatot a legmagasabb színvonalon ellátni.

Ezt a problémát lehet és célszerű elkerülni csoportos munkavégzéssel. Ekkor is van egy szakértő, aki felel a munka egészéért, első helyen Ő ír alá, tőle kérhető számon az elkészült irat. Mellette azonban segítők dolgoznak, a szemlék, meghallgatások előkészítésében, a szemlén vagy csak közreműködőként (segít, figyel, ír) vagy szakértő-társként közösen gondolkodik, utána az anyagok beszerzésében, feldolgozásában vállal feladatot. További előny, hogy az eljárás anyagilag is optimálisabb, ha pl. egy szemlén, egy kocsival, egy készlet felszereléssel jelenik meg a csoport. A jövő a szakértői irodáké, ahol több szakterület dolgozik együtt egy ügyön, ezzel hatékonyabban szolgálják ki a megrendelőket is. Ezt a módszert már néhányan felismerték és alkalmazzák, és ezt a megrendelők egy része (pl. biztosítók) is támogatja.

A továbbiakban általánosságban beszélünk a szakértői eljárásról, függetlenül attól, hogy azt valaki egyedül vagy csoportosan végzi.

A megrendelők és a szakértő viszonya

Mint azt a fejezet elején említettük, az eljárás egyik legfontosabb eleme maga a megbízó. Az Ő érdekében kerül sor a megbízásra, vele kell egyeztetni a szükséges és a lehetséges teendőkről.

A megbízónak az eljáráshoz való viszonya meghatározó. Vagy valamit bizonyítani akar, vagy valamit el akar túsolni, vagy bizonytalan és bizonyosságot szeretne. Csak pusztán kíváncsiságból, tapasztalatszerzésből nem bíz meg szakértőt drága pénzért. A szakértőnek ezért a megbízás elfogadása előtt ezt meg kell ismernie és mérlegelni kell, hogy nem kíván-e a megrendelő olyat, amit a szakmai és etikai szabályok szerint nem vállalhat el.

Ilyen probléma lehet, amikor valaki ellen hatósági eljárás folyik a tűzzel összefüggésben és Ő ellenszakértővel akarja bizonyítani az ártatlanságát. Nem kizárt, hogy a megrendelőnek van

igaza, azonban az ilyen ügy elvállalása előtt esetenként nagyon sok körülményt kell megismerni és mérlegelni (ami idő és pénz).

A másik ilyen kellemetlen helyzet, amikor a megrendelő valakivel (vagy valamely céggel) szemben túlzott anyagi követelést támaszt, ami nem áll arányban az Őt ért kárral. Ha az ügy szakmailag korrektül megoldható, akkor elvállalható, de tudatában kell lenni, hogy a szakértőre nehezedő nyomás a megszokottnál nagyobb lehet.

Minden irányított, elvárt eljárásnak a közös gondolja, hogy a megrendelők vállalkozóként akarják kezelni a szakértőt és nem megbízottként. A különbség főleg az eredmény kötelezettsége oldaláról hatalmas. Míg a vállalkozó eredményköteles munkát kell, hogy átadjon a megrendelőnek, addig a megbízott szakértő tevékenysége nem eredményköteles, de a legjobb tudása, a szakmai szabályok szerint kell eljárnia, azonban előre nem vállalhatja, hogy pl. a tűz pontos és bizonyított okát meg tudja-e határozni. Ezt a megrendelés esetén már nagyon érthetően a megrendelő számára el kell mondani, szerződésbe kell foglalni, különben az eljárás végén nem lesz a szakértő kifizetve vagy még rosszabb is történhet...

Ma Magyarországon a szerző tapasztalata szerint a biztosító társaságok azok a megrendelők, akik legkevésbé szólnak bele a szakértői eljárás menetébe, legkevésbé várnak el egy általuk vélt eredményt. Maga a megbízás természetesen okkal történik, pl. gyűjtogatás nyomait vélik, biztosítási csalást sejtene, szokatlanul nagy a kárérték vagy a károsult a ténylegesnél sokkal többet akar kapni kártérítésnek, mint ami járna. Ugyanakkor ez csak annyiból játszik szerepet, hogy egyáltalán szakértőt kérnek meg az ügy megvizsgálására. A szakvéleményben leírtakat elfogadják, még az utólagos értelmezés kérése is alig fordul elő.

A peres felek és azok jogi képviselőik természetesen célzottan kérdeznek, és ha nem azt kapják válaszul, amit szeretnének, akkor azt ritkán fogadják el. Végző soron akár egy másik szakértőt választanak, hátha az jobban az elvárások szerint dolgozik. Sajnos a bíróságok is gyakran ebbe a hibába esnek, aminek az az oka, hogy hagyják, hogy csak a felek kérdezzék a szakértőt, ami így céltalos és rossz irányba viheti az eljárást. Amelyik bíróságnak van hajlandó is rá, hogy a kérdések irányultságát ellensúlyozza, további kiegészítő kérdéseket tegyen fel, a nem odaválókat elvesse, az tud a szakértő számára valódi megválaszolható kérdéseket feltenni.

Mindezen és még sok hasonló probléma miatt a hatóságok, bíróságok, de még az ellenérdekű ügyfelek, ügyvédek sem kezelik a szakértők megállapításait hitelesnek, pártatlannak, függetlennek. Ezen nem szabad megsértődni, ez a helyzetből logikusan következik. Ez ellen csak egy korrekt válasz adható: olyan szakértői eljárást kell lefolytatni és olyan megállapításokat kell tenni, ami mindenki számára érthető, logikus, más következtetés nem vonható le belőle, nem hiányos, vagyis szakmailag korrekt, megalapozott és meggyőző.

Az eddig elmondottakból is már látható, hogy a tűzvizsgálat nem egyszerűen egy szakmai tevékenység. A jó tűzvizsgálónak a szakmai ismereteken túl empatikus képességekkel is kell rendelkeznie, hogy a különféle helyzetből adódó emberi reakciókat kezelni tudja. A szerző saját szakértői eljárása során ezért is törekszik arra, hogy mindig csoportos munkavégzésre legyen lehetőség. Míg az egyik az egyébként érthető és elfogadható emberi megnyilvánulásokat kezelgeti, addig a másik tud helyszíni kutatómunkát folytatni. Ahol az ügyfél állandóan a szakértő kezére lép vagy a fényképezőgépe előtt támogat, ott a szükséges odafigyelés is sérülhet, emiatt lényeges körülmények maradhatnak felderítetlenül. A magán-szakértőnek nincs lehetősége a helyszínt kiüríteni, rendőrséggel a zavaró egyéneket eltávolíttatni, sőt nem is helyes, ha az ügyfél távollétében, nem a szemé előtt történnek a helyszíni cselekmények. Ha az ügy megoldása szempontjából lényeges körülményt észlelünk, azt a legtöbb esetben meg kell osztanunk a megrendelővel is, máskülönben azt nem fogja érteni és elfogadni. Ez alól csak akkor van kivétel, ha a megrendelőre terhes bűncselekmény-gyanús körülményt tárunk fel. Ennek megoldási szabályaira még visszatérünk.

A következőkben vegyük sorra a szakértői eljárás főbb lépéseit, ahol lehet, időrendi sorrendben.

Az első szemle előtti teendők

A fejezet elején már jeleztük, hogy hányféle megbízó lehet. Az ott felsoroltakból azonban szándékosan kimaradt egy tipikusnak mondható megbízó: a rendőrség. A rendőrség általában akkor rendel ki tűzvizsgálati szakértőt, ha egy tűz eloltása után hivatalból nem indult tűzvizsgálati eljárás és a kár egyik szereplője (pl. károsult, szomszéd, biztosító) bűncselekmény gyanúját vélelmezi. A rendőrség ennek megalapozottságát megvizsgálja és vagy a tűzvédelmi hatóságot vagy tűzvizsgáló szakértőt rendel ki a vizsgálatra. Amennyiben a tűz során hatósági tűzvizsgálat is indult, de abból nem állapítható meg egyértelműen, de nem is zárható ki a bűncselekmény gyanúja, akkor is szakértőt rendelhet ki a rendőrség. A rendőrség elsősorban az igazságügyi szakértőket keresi meg. Friss helyszínes munkáknál főleg azokat, akik azonnal rendelkezésre állnak, a régi, nem ritkán egy évnél is régebbi ügyeknél inkább a helyszínrre már nem járó idősebb kollegákat. A határidő rendszerint 30 nap, de ez rendszerint többször is hosszabbítható, ha indokolt.

A magán-megbízásoknál már sokféle lehetőséggel számolhat a szakértő. A rendszeresen visszatérően feladatot adó, általában biztosító társaságok, kárrendező irodák ún. keretszerződést kötnek a szakértőkkel, ebben minden olyan lényeges körülményt szabályoznak, ami a tevékenység ellátásához, a fizetéshez szükséges. Erre hivatkozással az adott megbízásnál már csak egy rendszerint 1-2 oldalas megbízást küldenek, benne a károsult elérhetőségével és hogy hol kell szemlét tartani. Itt szinte csak azok számíthatnak megrendelésekre, akik a tűzvizsgálatot hivatás-szerűen üzik, a megbízástól számítva 1-2 napon belül (nem csak hétvégén) meg tudják tartani a szemlét. Habár ritkán előfordulnak itt is régi ügyek, amihez nem kell helyszíni szemle megtartása. A kárrendezés miatt általában 2 héten belül várják a szakvéleményt.

A nem-rendszeres megbízók között találjuk szinte az összes többi résztvevőt. A legtöbb embernek, vállalkozásnak még nem volt saját tűzkára, ezért eleinte nagy a tanácstalanság. Amikor végül internet, tűzoltók, biztosító vagy más segítségével megtalálja az első szakértőt, az első kérdés, mennyibe kerül. Anyagi veszteség érte, hogy-hogy még a szakértői díj is a kárát növeli. Ezen a lélektanilag nehezen kezelhető ponton kell átsegíteni a leendő megbízót és megtudni minden lényeges körülményt, hogy korrekt ajánlatot lehessen adni. Főleg az nehezen érthető a számukra, hogy az eredmény nem garantált. Sokan szívesen folytatnának akár több egyeztetést is a megrendelés előtt, több szakértőt is felhívhatnak. Aki hagyja, hogy már a megrendelés előtt ne Ő irányítson, az később is nehéz helyzetben marad. A szerződés tervezetét még az első szemle előtt célszerű időben megküldeni és legkésőbb a szemle elején aláírattni. Máskülönben később, amikor már látja, hogy esetleg nem az lesz az eredmény, amit elvárt, ott marad a szakértő a megszolgált díja nélkül. A határidőt közös megegyezéssel alakítják a felek.

A megrendelésben vállaltak alapján sor kerül az előzetesen kapott fotók, dokumentumok tanulmányozására és a helyszíni szemlére.

A helyszíni szemle

A szemle vizsgálati módszere szerint alig különbözik a hatósági eljárásban szokásostól. A fő különbség abban van, hogy csak a hatóság által elvégezhető cselekmények kimaradnak.

Ilyen hatósági aktus pl. a szemle helyszínének, tárgyának eredeti állapotban való megőrzésének kötelezettsége. A szemlén ezért mindig meg kell győződni arról, hogy a tűz eloltása óta történt-e változtatás, ha igen, az mi volt, mire terjedt ki, a változás nem akadályozza-e a szemle sikeres lefolytatását.

A másik ilyen hatósági aktus a tanúk kikérdezésének joga akkor is, ha azok semmilyen kapcsolatban nem állnak az ügy érintettjével. A magán-megbízásnál a szakértő ugyan bárkit bármiről megkérdezhet, de az nem köteles válaszolni. Ha a megbízó vagy annak érdekkörében lévő személy nem válaszol, azzal szerződés-szegést követ el a megbízó és akkor a vizsgálat befejezéséről lehet dönteni. Ugyanakkor a megbízóval kapcsolatban nem álló személyek meghallgatásánál a kérdezt szabadon döntheti el, hogy segíti-e a szakértő munkáját, ha nem, amiatt semmilyen joghátrány nem érheti. Ugyanez vonatkozik a közüzemi szolgáltatókra is, a velük való együttműködési kísérlet is ritkán jár sikerrel.

Ugyancsak nem kötelezhető a magán eljárásban a szemletárgy korábbi tulajdonosa, forgalmazója, gyártója, karbantartója, szervizelője, hogy a szemletárggyal kapcsolatban bármit nyilatkozzék. Ez különösen a termék- vagy szolgáltatás-felelősség meghatározásánál jelent kötöttséget. Ugyanakkor az is tapasztalat, hogy az ilyen jellegű hatósági megkeresések is rendszerben kudarcot vallanak.

Különös tekintettel kell lennie a szakértőnek, hogy a szemle során magánlaksértést, birtokháborítást ne kövessen el. Egy kiégett épület körbe-fotózásához vagy szemrevételezéshez gyakran a szomszéd telekre is be kell jutni, ehhez mindenképpen be kell szerezni az érintett hozzájárulását.

Fontos tudni, hogy minden olyan információ, adat beszerzése és feldolgozása, ami nem az érintett hozzájárulásával történt, amivel a szakértő valamely jogszabályt akaratlanul is megsértett, végül nem használható fel a vizsgálat során, ill. emiatt később jelentős joghátrány is érheti. Így különösen érzékeny terület a személyi adatok nyilvántartása, felhasználása pl. a tanúk esetében. Ugyancsak figyelemmel kell lenni a szemle során további vizsgálatra lefoglalt és elvitt tárgyakra, azok minden azonosítást lehetővé tevő adatainak rögzítésére, hogy később ne lehessen kétségbe vonni, hogy az a tárgy lett-e megvizsgálva. Az érdekelt hozzájárulása nélkül a helyszínről származó bármilyen tárgy elvitele lopásnak minősül, függetlenül attól, hogy az birt-e bármilyen értékkel.

A szemle lefolytatásának szakmai módszerei a hatósági eljárással azonosan végezhetőek az előbb felsoroltak figyelembevételével. A szakértő jegyzetel, diktafonra mondja a látottakat, jegyzőkönyvez, vázlatot készít, fotóz, filmez, mér, mintát vesz stb. Nézzük tehát a szemle során teendőket részletesebben, a szakértői vizsgálatoknál fontosabb részekre koncentrálni :

1. Szemletárgy változtatás nélküli megismerése (statikus szakasz)
A szemle tárgya lehet egy földterület (ez ritka), épület, jármű, önálló technológiai egység, ezek valamely kisebb része (szoba, gépkocsi motortere, villamos kapcsolószekrény) vagy csak egy jól behatárolt tárgy (pl. hűtőgép, TV készülék). Ennek a tágabb környezetét, majd a szemletárgyat az elmozdítása, megváltoztatása nélkül fotózzuk, főleg hosszmeréseket végzünk, hogy a pozíciója később is egyértelmű legyen. Megvizsgáljuk a levegőáramlást befolyásoló tényezőket, ajtók, ablakok, nyílások állapotát, zártságukat. Rögzítjük az elektromos hálózat főbb elemeinek állapotát, (pl. elektromos fogyasztásmérő állapota, gázmérő, védelmi rendszer).
2. A szemletárgy változtatásával járó további vizsgálat (dinamikus szakasz)
A szemletárgy szükség szerinti elmozdításával, megbontásával tudunk további ismeretekhez jutni. Ezt nagyon alaposan, lépésről lépésre kell dokumentálni, ezért az agyszemélyes vizsgálat itt már megkérdőjelezhető. Amíg az egyik változtat, azt a

másik fotózza, videózza, mindezt az érintettek részvétele mellett, amiről jegyzőkönyv is készül.



1-2. kép. a tűzfűszkének fotója megváltoztatás nélkül és megtisztítás után

3. A dinamikus szakasz után történhet az eredeti állapot rekonstrukciója (rekonstrukció szakasza). Ekkor a még fellehető maradványokból, azokat az eredeti helyzetükbe visszahelyezve kísérjük meg a tárgyak egymáshoz képesti helyzetét meghatározni. Így sokkal érthetőbbé válnak az égési elváltozások, a kitarakások és a beégések okai. Ez általában csak a helyszínt vagy a vagyontárgyat jól ismerő személyek bevonásával oldható meg. Ezek mozzanatait is fotókon, videón kell rögzíteni.



3-4. kép. az eredeti állapot rekonstruálása a tulajdonos és az égési nyomok segítségével

4. A megrendelőtől meg kell tudnunk, hogy kik rendelkeznek ismeretekkel az eseményről, Őket lehetőleg a helyszínen kell meghallgatnunk. Az érdemi információkat jegyzőkönyvben rögzítjük. A tárgyak elhelyezkedéséről vázlatot kérünk vagy készítünk az elmondás alapján. Ha vannak a tűz előtt készült fotók, akkor azokat elkérjük, vagy a helyszínen lemásoljuk (pl. fotózással). Ugyancsak megkíséreljük a tűz során fontos szemletárgyakról a még fellelhető dokumentumokat elkérni, lemásolni.



5.kép. amikor a szomszéd megmutatja, hol látta először a tüzet

5. A mintavétel ill. a szemletárgy további vizsgálatra való lefoglalása egy kényes pontja az eljárásnak. A megrendelőnek ill. a tárgy tulajdonosának, birtokosának a kiletét előbb tisztázni kell, ha szükséges, ezt jognyilatkozat formájában is. Az elvitelhez szükséges az Ő hozzájárulásuk. Ennek érdekében el kell tudnunk magyarázni, hogy a további vizsgálatra miért van szükség. A hozzájárulást követően a lehető legtöbb azonosítást megkönnyítő paramétert meg kell állapítanunk, mérnünk, jegyzőkönyvben rögzítenünk. Olyan csomagolást kell választanunk, amiben az anyag, tárgy az eredeti tulajdonságait meg tudja tartani a következő kicsomagolásig. Kisebb mennyiségű anyagoknál, tárgyaknál bevált a tiszta (még soha nem használt) befőttesüveg, tárgyak esetében szükség lehet tiszta vattára is, hogy az elmozdulásból eredő sérülést elkerüljük. Nagyobb tárgyak zacskóba, papírdobozba, mozgást akadályozó kítőltő anyagokkal szállíthatók.



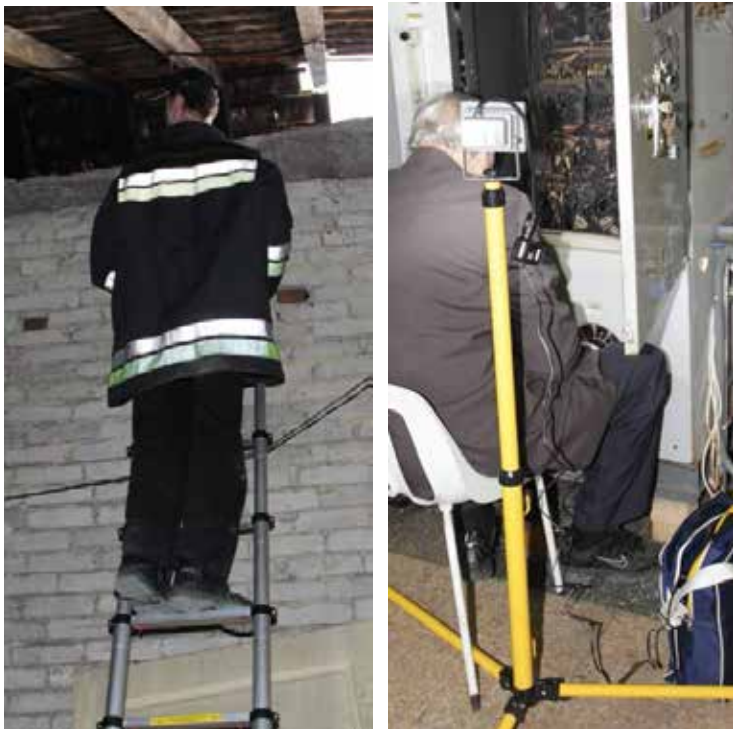
6-7. kép. szénhidrogén érzékelő műszer és indikátorcső használatban a mintavétel helyének meghatározásához

A vizsgálat eszközei

Néhány szót érdemes szólni a szemlén alkalmazott technikai eszközökről is. Ezek meglete nagyban segíti a munkát, hiányuk viszont akár eredménytelenné is teheti a vizsgálatot. A teljesség igénye nélkül a leggyakoribbak:

1. lehetőleg terepjáró képességű személygépkocsi elegendő terü csomagtartóval az eszközök szállítására
2. munkavédelmi eszközök, ruházat a szakértő és segítői számára

3. összecsucskható létra
4. akkumulátoros világítóeszközök, térvilágításhoz állvánnyal
5. lapát, kapacs
6. kisebb kéziszerszámok tárgyak, anyagok megbontásához
7. digitális fényképezőgép nagy zoom-tartományú objektívvel, külső kiegészítő vakuval, állvánnyal
8. elektromos feszültségvizsgáló (áramütés megelőzésére)
9. szénhidrogén érzékelő detektor (gyűjtogatás vizsgálatára)
10. távolságmérők (lézeres, szalagos)



8-9. kép. teleszkópos létra és állványos akkumulátoros LED reflektor használatban



10-11. kép. szénhidrogén érzékelő detektor és indikátorcső gyűjtogatás vizsgálatánál

A jegyzetelés helyett választhatjuk a laptop használatát is mobil nyomtatóval, de enélkül is lehet jól dolgozni. A laptpra leírtakat ugyanakkor a szakvélemény összeállításánál már nem kell újra beírni, így a későbbi feldolgozást könnyíti meg elsősorban.

Sok szakértő sajnos a befolyt szakértői díjakból nem fejleszt ki az eszközparkját. Alig világító elemlempával, védőfelszerelés nélkül, mobil telefont fényképezőgépnek használva jelenik meg, ezzel lejárta a szakmát és akadályozva saját munkavégzését is.

A bűncselekmények kezelése

Sajátos problémával találkozunk a tűzvizsgáló, amikor gyűjtogatás (tűzzel okozott rongálás) nyomait észleli, és ezt akarja bizonyítani. A tűzvizsgálattal általában a tűz materiális okait tudja feltárni, az emberi közrehatás vizsgálata klasszikusan nem tűzvizsgálati feladat. Ezt a feladatot az állam a rendőrségre bízta, a többiek pedig a tűzvizsgáló szakértőtől várják ennek megállapítását. Ugyanakkor a tűz kialakulásában résztvevő személyek meghallgatása, az általuk tett vagy nem tett cselekmények megismerése aligha tűzvizsgálati kompetencia. A magán-megbízásoknál ezt leginkább a magánnyomozók tudják elvégezni, de a rendőrségnél sokkal kisebb eszköztárral. Ahol pl. a károsult is jelen volt a tűznél, ott annak a megállapítása, hogy a vaskályha előtt lévő, ott szikra miatt meggyulladó papír véletlen folyamat vagy előre eltervezett cselekmény volt-e, nem a tűzvizsgáló feladata. Csak egy sor egyéb adat, körülmény együttesen alapozza meg, hogy egy véletlen károsultból vétkes csaló váljon egy ügyben.

A könyv utolsó fejezetet részletesen is bemutatja, hogy hányféle módon lehet a tűzzel összefüggésben bűncselekményt elkövetni.

Amennyiben a szakértői eljárásra eleve azért került sor, mert a megrendelő, kirendelő bűncselekmény gyanúját vélelmezi, akkor ennek megalapozottságáról a megbízót, kirendelőt haladéktalanul értesíteni kell. Az, hogy a szemlén jelen levő károsult vagy egyéb ügyfelet erről tájékoztatjuk-e, függ a megbízástól és attól, hogy a bűncselekmény a jelenlevők bármelyikének egyáltalán felróható-e. Ha ebben bármilyen bizonytalanság van, akkor a tájékoztatásuk nem javasolt, hiszen ezzel az ügy felderítését is megnehezíthetjük.

A másik kérdés, hogy ha az ügyben nem folyik hatósági vizsgálat (mert a hatóság korábban nem észlelte a bűncselekmény gyanúját), akkor mi a helyes, követendő eljárás. Pl. ha valaki saját vagyontárgyát gyűjtja meg, ezzel más vagyont, testi épségét nem veszélyeztette, akkor nem is büntethető, kivéve, ha ezzel összefüggésben jogtalan előnyt akar magának (pl. biztosítótól kártérítés, adósságtól való megmenekülés). Ugyan ebben az esetben a katasztrófavédelmi hatóság bírságot szab ki a gyűjtogatóra, de ez nem büntetőjogi kategória.

Alapvetően a megbízó dolga meghatározni, hogy a károsult tudomást szerezhet-e arról, hogy a feltárt adatok alapján milyen folytatás várható. Amennyiben a megbízó (pl. biztosító

társaság) úgy dönt, hogy család gyanúja miatt feljelentést tesz, akkor azt rendszerint a rendőrségen teszi meg, hiszen a legtöbb esetben a tűz eloltása után több nappal tűzvizsgálatot a katasztrófavédelem már nem folytat le.

Más a helyzet, ha a megrendelő egyben a károsult is. Ekkor a megbízót tájékoztatni kell a bűncselekmény gyanújáról és utána az Ő belátására kell bízni, hogy tesz-e feljelentést az ügyben a rendőrségen.

Bárhogyan is döntsenek a megbízók, a szakértőnek az eljárását úgy kell lefolytatnia, hogy azzal segítse az eredményes felderítést, a megtalált nyomokat ne változtassa meg, ha ez mégis szükséges (pl. nem őrzött helyszín), akkor az összes dokumentálás azt a célt szolgálja, hogy kellően alaposan és hitelesen tudja a vizsgálatnál még meg volt bizonyítékokat megőrizni és átadni.

Helyszíni szemle nélküli vizsgálatok

Helyszíni szemle nélkül alig lehet jó eredményű tűzvizsgálatot tartani.

Amikor a megbízáskor már nincs meg eredeti állapotában a szemle tárgya, akkor maradnak az ott készült fotók, dokumentumok tanulmányozása. Ekkor legalább törekedni kell, hogy a digitális fotókat eredeti méretükben kapja meg a szakértő, a dokumentációk jól olvashatóak legyenek és legyen lehetőség az ügyet ismerő személyek meghallgatására, lehetőleg a tűz helyszínén. A helyszín kiválasztásának azért van jelentősége, mert az emberek többsége az adott helyen újra jobban fel tudja idézni a történeteket, meg tudja mutatni, mit hol látott, észlelt.



12. kép. A tűz keletkezési idejének vizsgálata biztonsági kamera felvételén

A mások által elkészített szakvélemények, jegyzetek felhasználása is fontos munkamódszer. Itt arra kell figyelemmel lenni, hogy az adott anyag kinek a megbízásából, milyen céllal készült.

A szakértő és a hatóság együttműködése

A szemlén kívül a másik fontos információs bázisa a szakértőnek az ügyben érintett tűzvédelmi hatóság. Amennyiben hivatalból indult tűzvizsgálati eljárás, úgy annak irataiba (kevés kivétellel) joga van az ügyfélnek betekinteni, azokról másolatot kérni. Ezt a jogát meghatalmazással a tűzvizsgálati szakértőnek is átadhatja, akit ezzel ugyanazok a jogok illetik meg. Ugyanúgy megvannak a károsultnak az ügyféli jogai akkor is, ha nem indul hivatalból

vizsgálat. Ekkor automatikusan a KET szabályai szerint kell eljárni, betekintés és másolat ekkor is kérhető, ill. az ügyfélnek, meghatalmazottjának nem tagadható meg, csak ha arra jogszabály kifejezetten lehetőséget ad.

Sajnos a tűz vagy a tűzvizsgálat során készített fotók átadásának rendjét a jogszabályok nem egyértelműen rendezik. Erre hivatkozással egyes hatóságok semmilyen képet, míg mások csak a tűzvizsgálati jelentésben mellékként szereplőket, míg megint mások az összeset kiadják, de olyan is van, aki csak betekintést engedélyez, másolatot nem ad azokról. Ahol a magánszakértőket nem kezelik partnerként (pedig az OKF által elfogadott szakértőkről beszélünk), ott a szakértő ezen adatok hiányában kénytelen dolgozni, ha az így tévesen elkészült szakvélemény miatt peres eljárás vagy büntetőeljárás indul, akkor véltlen személyek is bírósági eljárások részesei lehetnek.

A tűzvizsgálat feltárhat olyan körülményeket is, amelyek az adott épület, berendezés, technológia korábbi hatósági engedélyezésével kapcsolatban állapít meg visszasságokat vagy legalábbis felveti azok vizsgálatának fontosságát. Az is lehet, hogy csak szeretné tudni a megbízó, hogy nála korábban a hatóság mindent rendben talált és ezt szeretné, ha az iratok másolataival tudná igazolni.

Természetesen, ha a szakértő adatokat vár a hatóságtól, azt a szabályok betartásával kell megtennie. Ugyanakkor a szakértőtől is elvárható, hogy a saját megállapításait a hatósággal is megossza. Hogy ebből ne lehessen adatvédelmi, titoktartási probléma, a szerződésben kell rögzíteni a megbízóval, hogy mit hogyan adhat át. A legcélszerűbb, ha magát a megbízót kéri meg a szakértő, hogy az adatokat továbbítsa.



13. kép. Amikor a hivatalos tűzvizsgálók és a biztosítók tűzvizsgálói együtt dolgoznak.

Az iratok feldolgozása

A szemléről eljövot kezdődik az anyagok feldolgozása, értékelése. Egy alapos szemlén ugyan már kialakul a szakértő véleménye arról, hogy mi történhetett, de a tapasztalat az, hogy az összes adat, fotó részletes áttanulmányozása hozhat újabb szempontokat. Néhány esetben azonban még további vizsgálatokra, dokumentációk tanulmányozására, hiányzó tanúmeghallgatásokra van szükség ahhoz, hogy a tűz kialakulásához vezető folyamat rekonstruálható legyen. Néhány szempont, amivel jobb eredményt lehet elérni:

- különféle módon megvilágított (vaku, lámpa, természetes fény) fotók elemzése, főleg az égési elváltozások formái, határai látszanak másképp, mint a szemlén a lámpa fényében,
- az adatok, tanúvallomások összevetése, különösen arról, hogy mikor mit észlelt, hol volt, mit csinált – ezek között gyakran ellentmondások tapasztalhatók,
- főleg adott termék meggyulladás esetén interneten kutatás arról, hogy volt-e már hasonló eset, ha igen, milyen megállapításokkal,
- elsőnek meggyulladó anyagok meggyújthatóságával, a szükséges gyújtási energiával kapcsolatos kérdések, kételyek esetén az anyagra vonatkozó tulajdonságok kutatása,

- a látszólag érthetetlen égési nyomok sokszor adódhatnak a tűzoltás során választott beavatkozási módtól, a részleges oltóvízhiányból, erők, eszközök elégtelen voltából, átcsoportosításából. Ennek feloldására lenne jó, ha a katasztrófavédelemnél dolgozók az ilyen irányú kérdéseket megválaszolnák, máskülönben helytelen következtetéseket vonhat le a szakértő, amiből akár szükségtelen büntetőeljárás is indulhat (pl. indokolatlanul megállapított bűncselekmény gyanúja).

A szakértő a szemlén tapasztaltak és a fotók, dokumentumok kiértékelése után (vagy közben) elkészíti a jelentését vagy szakvéleményét.

A megbízók egy része csak általános kérdéseket tesz fel (mi volt a tűz oka), más részük részletes kérdéssort ad a szakértőnek megválaszolására. Az általános kérdés esetén is célszerű a tűz keletkezési idejét, helyét és okát (okrendszerét) levezetni, meghatározni. Célszerű, ha az anyagnak az elején vagy végén van egy összefoglalás, ami a legfőbb megállapításokat tartalmazza. A szakértő szabadon választhat, hogy a készült fotókat, egyéb dokumentumokat a szöveges rész közé beilleszti, vagy a végén egyben mutatja be azokat.

A több kérdés megválaszolását kérő megbízás esetén a kérdéseket és az azokra adott válaszokat külön is meg kell adni. Itt is célszerű egy összefoglalóval zárni.

Szakértői habitustól és megbízói igényektől is függ, hogy csak az ügy szempontjából fontos anyagokat tegye be a szakértő az anyagba, vagy mint egy jó tanár, részletes magyarázatokat is fűzzön hozzájuk. Két szélsőség lehet, ha valaki leegyszerűsítve csak annyit ír le, hogy XY gyufával meggyújtotta a szemetesben lévő papírt és ettől leégett a ház, ill. ha egy másik szakértő arról tart doktori értekezést, hogy milyen gyulladási folyamatokkal és hőadási egyenletekkel írható le, hogy a papír meggyulladt és a ház leégett. Fontos tudni, hogy a megbízó általában nem tűzvédelmi szakember, érthetően, de meggyőzően kell a folyamatokat bemutatni. Amennyiben egy későbbi, akár ellenérdekű szakértő miatt az indokolt, akkor a részletes, tudományos igényű leírásokat célszerű mellékelletben megadni.

Mint bármely műszaki szakértői eljárásnál, a tűzvizsgálatnál is fontos, hogy a bizonyítandó megállapítás több oldalról legyen alátámasztott. A tűz keletkezési okrendszerét vizsgálva a szakértőnek ki kell tudnia mindazon körülményeket zárni, amik egyáltalán szóba jöhetnek az adott ügyben, de mégsem lehetnek a tűz okozói. (kizárásos módszer). A másik bizonyítási módszer, hogy igazolja, hogy csak az az egy ok (okrendszer) lehetett a tűz kiváltó oka. Ha ezeket még egyéb adatokkal is (pl. kamera felvételek, elfogulatlan tanúk) is alá tudja támasztani, akkor az állítása csak erősebb lesz.

A szakértői anyag leadása, utóélete

A tűzvizsgálati szakvélemény leadásával rendszerint a megrendelőnél egy új szakaszba lép az Ő ügyintézése.

A biztosító társaság a szakvélemény alapján megállapítja a kár jogalapját, amely szerint téríthető-e a kár vagy sem. Ha súlyos gondatlanság (vélelme) vagy bűncselekmény gyanúját állapítja meg a szakértő a biztosított terhére, akkor az ügy súlya szerint elutasíthatják a kárigényt és feljelentést tehetnek a rendőrségen. A károsult vagy magától visszavonja a kárigényt és ezzel minden más joghátrány alól is mentesülhet vagy reméli, hogy a rendőrség nem tudja bizonyítani az ellen felhozott vádakát és végül a pénzéhez jut. Ha rendőrségi ügy lesz belőle, akkor szinte biztosan fogja a rendőrség keresni a szakértőt, akit tanúként kíván meghallgatni. Ez egy sajátos eljárás, mivel tanúként a szakértő csak akkor nyilatkozhat, amiről közvetlen tapasztalata van, a szakvéleményében leírtak értelmezésére tanúként nem kötelezhető. Szakértő-tanúként viszont már a rendőrségnek díjazási kötelezettsége lenne, ezért alakult ki ez a helyzet.

A biztosítót az olyan körülmény is érdekelheti, hogy a létesítmény, technológia védelmi rendszerei megfelelően működtek-e, ha nem, azért valakit terhel-e felelősség. A védelem kiiktatása is lehet jogszerű a kárigény megtagadásához. A legtöbb esetben azonban egyszerűen csak biztosan szeretné tudni, hogy a biztosított a szerződés szerint járt-e el és jogosult az Őt illető kártérítésre.

A perben álló felek, a bíróság a megkapott szakvéleményt rendszerint csak alapnak tekintik a további kérdések feltevéséhez. Nincs olyan ügyvéd, aki ha érdekében áll, a legbizonyítottabb eljárás esetén is nem tudna újabb (rendszerint időhúzó) kérdéssel, felvetéssel előállni. Ezt a szakértőnek tűznie kell, ez nem Ő ellene szól, az ügyek természete ilyen. A szakértő, ha már úgy érzi, hogy többet az ügygel kapcsolatban nem tud elmondani, akkor ezt jelezheti a bíróságnak és kérheti a felmentését. Nem-igazságügyi szakértőknél ez teljesen elfogadható megoldás (de csak ha tényleg nincs már mit mondania).

A rendőrségnek leadott szakvéleményt értelmezik, rendszerint néhány pontosító kérdés után azzal további teendő már nincs. Ugyanakkor, ha később az ügy bírósági szakba lép, akkor lehet még újabb megkeresésre számítani.

Azok a rendszerint magán-megbízók, akik a kárigényüket valakivel vagy valamely céggel, szolgáltatóval szemben szeretnék érvényesíteni, az általuk megrendelt és megkapott szakvéleményt ugyanolyan kritikának vetik alá, mint a peres felek. Minden bizonytalanság egy lehetőség számukra, hogy a saját igazukat a szakértővel leírassák. Nem ritka, hogy egy nem kellően alátámasztott (vélelmezett okot tartalmazó) szakvéleménnyel is perre mennek, így az ilyen munkák utóélete érdekes fordulatokkal teli.

A szakértő díjazása

Amint a hatósági tűzvizsgáló is díjazást kap (fizetése van), úgy a kirendelt és megbízott szakértő is díjazásért végzi a munkáját. Alapesetben az igazságügyi szakértőkre megállapított díjazás vehető figyelembe. Ennél kisebb mértékű díjért nem etikus elvállalni egy megbízást, ha valaki karitatív módon akar dolgozni, akkor azt vállalja díjazás nélkül vagy a díjat utalja egy tűzkárosultakat segítő szervezet javára.

A hatósági, bírósági kirendelések esetén az igazságügyi szakértők esetében az igazságügyi szakértők díjazására vonatkozó jogszabály szerint határozzák meg. Amennyiben a kirendelés nem-igazságügyi szakértő számára szól, úgy ha a szakértő a MMK-nál (Magyar Mérnöki Kamara) szakértői névjegyzékében szerepel, akkor Ő azt a díjazási mértéket is elfogadtathatja a kirendelővel. A fontos, a munka megkezdése előtt a díjazás módjában meg kell állapodni.

Minden más esetben a szakértői díj a felek kölcsönös megállapodásának az eredménye. A szerző a saját tapasztalata alapján az egyedileg munkát adó megbízók számára megadja az alap díjjegeket, hogy a megbízó lássa, milyen tevékenység mibe kerül. A konkrét feladat megismerése és pontosítása után vagy túl-ig mértéket határoz meg vagy egyösszegű díjban állapodik meg. A rendszeresen visszatérő megbízók (pl. biztosítók) a keretszerződésben megállapított egységáron számolnak el.

Van még egy vitára okot adó tétel: a gépkocsi használat költsége. Saját (magán) tulajdonú gépkocsinál a kirendelésben csak az adóhatóság szerinti összegek számolhatók el, ami sajnos a tényleges költségeknek csak felét-harmadát teszik ki (egy gépkocsit nem csak norma szerinti mennyiségű üzemanyaggal kell feltölteni, hanem meg is kell venni, egész élete alatt költeni kell rá). Amennyiben ún. cégautót használ a szakértő, úgy jogosult maga meghatározni a jármű teljes önköltségét és azt 1 kilométer futásra lebontania. Csak így biztosítható a gépkocsi tényleges költségeinek a megtérülése.

A díj bizonytalan megbízók esetén részben előre is elkérhető. Ekkor a teljes várható díjból legalább az első szemle befejezéséig várható részt javasolt elkérni a munka megkezdése előtt.

Ebben az esetben egy későbbi megbízási szerződés-szegés esetén legalább az indokolt költségekre meg van a fedezet, a munka nem termelt veszteséget.

Összefoglalás

A tűzvizsgáló szakértő akár igazságügyi, akár nem, a megbízási befolyástól független, magasan képzett tűzvédelmi szakértő, aki a tűz körülményeit (idejét, okát) kutatja és értékeli.

A tevékenységét hatósági jogosítvány birtokában végzi, a jogszabályokat betartja és a munkamódszereiben magas szintű szakmai és etikai normáknak felel meg.

A megbízó érdekeit szem előtt tartva, de szakmailag független, pártatlan munkát végez.

A saját szakmai tudását állandóan fejleszti, a többi szakértővel, a tűzvédelem többi szereplőjével jó szakmai kapcsolatot ápol, a megszerzett tudását a titoktartási szabályok megtartásával mások szakmai épülésére átadja.

során

A vizsgált tüzek többségének kialakulása többnyire szándékos emberi cselekedetre vezethető vissza. Az ily módon okozott tüzek alkalmasak lehetnek különböző bűncselekmények elkövetésére, illetve más módon megvalósított büntett, vétség nyomainak eltüntetésére.

Ehhez sok esetben az elkövető az intenzív, heves és egy bizonyos fokig irányított égés megvalósításának érdekében valamilyen égésgyorsító, legtöbbször folyékony halmazállapotú éghető anyagot használ.

Általában motorbenzin, gázolaj, hígító, petróleum, illetve ezek keveréke kerül szétlocsolásra a megsemmisíteni kívánt anyagon, tárgyon, helyiségben. Nem ritka, hogy a tettes a belocsolt területhez az égési folyamatot lángvezetővel, más néven trailerrel juttatja el. Ez készülhet a meggyújtani kívánt terület és a gyújtás helye között vonalszerűen kijuttatott tűzveszélyes folyadékkal, vagy azzal átitatott, éghető anyag elhelyezésével. Gyakori megoldás még a „molotov” koktélok bevetése, amikor a gyúlékony folyadékkal töltött, ronggyal vagy papírral betömött szájú üvegpalackot a rongy illetve papír meggyújtása után dobótávolságból a kívánt károkozás helyére hajtják. Ilyen esetekben nem nehéz a szándékos tűzokozás, ezzel együtt a bűncselekmény elkövetésére utaló nyomok azonosítása, és a mintavételezés helyének, módjának meghatározása sem.

A helyszínelést végző akkor kerül nehéz helyzetbe, ha a szándékosság, valamint a tűzveszélyes anyag alkalmazásának gyanúja is csupán felmerül, de egyértelmű nyomok nem utalnak rá. Természetesen vannak módszerek, amelyekkel ilyen esetben is megoldható a sikeres mintavételezés, és ezzel a hipotézisek igazolhatóak, vagy megcáfolhatóak. Ezek azonban jellemzően nagy számú minta vételezésével járnak, ebből adódóan jelentősen sok időt vesz igénybe mind a helyszíni munka, mind a szakértői tevékenység, továbbá számolni kell a többszörös szakértői díj terhével is.

Ezt elkerülendő, vagyis a gyors és pontos mintavételezés érdekében a tűzvizsgáló, amennyiben lehetősége van rá, vegye igénybe tűzfészekkereső kutya és vezetőjének segítségét.

A kutya és vezetőjének helyszínre érkezésekor az ebnek kell egy kis időt hagyni, hogy még a vizsgálandó területen kívül mozogjon egy keveset, akklimatizálódjon, elvégezze szükségleteit. A keresőkutya bevetése előtt a tűznek természetesen eloltottnak kell lennie, és az átkutatás megkezdése előtt a kutya egészségének és testi épségének megóvása érdekében ellenőrizni kell, hogy a talaj kellően lehült-e, zárt téri tűz esetén a füst kiszellőzött-e, valamint hogy a vizsgálandó terület, főként annak talaja tartalmaz-e olyan szilánkokat, szöveget, egyéb hegyes, szúrós tárgyakat, amelyek sérülést okozhatnak.

A fenti feltételek teljesülése után a keresés a kutya vezető „keresd!” vezényszavára a lehetőség szerint előre megtervezett megközelítési útvonalakon – ezzel a helyszín esetleges megváltoztatásának lehetőségét kizárva – megkezdhető. A kutya a keresésre kapott vezényszó után rögtön keresni kezd. Először a levegőben levő szénhidrogén aromás alkotóinak jelenlétét érzékeli, majd a szag forrása után kutat. Mikor a szagforráshoz közel ért, akkor a felületet szagolja, legtöbbször a talajt.

A szag forrásának megtalálásakor a kutya a betanított módon (kaparással, leüléssel, fekvéssel) jelez.



1. számú kép: Jelzés fekvéssel

A „mutasd” vezényszóra mancsával, vagy orrával pontosítja a jelzett helyet, amely a gyakorlat szerint 10 cm-es pontosságú.



2. számú kép: A jelzés pontosítása, orral mutatással

A keresést mindig jutalmazás követi. A kutyák egyedi látásából és keresési technikájából adódóan a helyszínt 2-3 alkalommal is célszerű átvizsgáltatni. A kutya ugyanis ha körbejár például egy szobát, az ott tapasztaltakat nem jegyzi meg, második, és sokszor harmadik alkalommal is újnak érzékeli. Ha minden alkalommal megegyező helyen jelez, akkor minden bizonnyal pontos a jelzés.

Ha rendelkezésre áll másik tűzfészekkutató kutya is, akkor érdemes lehet vele is átvizsgáltatni a területet kontrollként. Ha a kutyák jelzései megegyeznek, adottá válik a mintavételezés helye.

Az alábbi két képen látható, hogy a kifejezetten tűzfészek-keresésre kiképzett Szikra (3. számú kép) és az elsősorban személykereső, de tűzfészek-keresésre is – leginkább kontrollként - bevethető Singer (4. számú kép) is egyértelműen jelzést adnak egy éghető folyadékkal szennyezett táskánál.



3. számú kép: Szikra jelez



4. számú kép: Singer jelez

Ha a vételezett mintából a vegyészszakértő ennek ellenére nem tud értékelhető mennyiségben kimutatni valamilyen gyúlékony folyadékra utaló komponenst, annak alapvetően két oka lehet. Az egyik a mintavételezés pontatlansága, a másik pedig a nem megfelelő bizonyítékkészítés. A téves jelzés lehetőségét sem lehet teljes bizonyossággal kizárni, de a fent említett esetben, vagyis ha több kutya többszöri jelzése is megegyezik, akkor ennek esélye igen csekély.

A mintavételezés sikerességének növelése érdekében a mintavételezés során érdemes a jelzett helyről többféle anyagot, különféle felületekről mintaként rögzíteni. Ezek elsősorban lehetőség szerint szenesedett anyagok legyenek, ugyanis a szén magához köti az égésgyorsító anyagokra jellemző alkotókat.



5. számú kép: A keresőkutya jelzést ad egy éghető folyadékkal szennyezett műanyag flakonnál a tűzzel érintett területen

Ha a kutya nem egy területre, hanem egy bizonyos tárgyra jelez, akkor miután eredeti helyén is le lett fotózva, és a helyszíni szemle jegyzőkönyvben is rögzítve lett, érdemes onnan elmozdítani, egy semleges területre áthelyezni. Ezután a kutyával újra át kell vizsgáltatni korábban jelzett tárgyat, és ha a semleges környezetben is jelez, az megerősíti a gyanút, hogy a jelzett tárgy égésgyorsító anyaggal szennyezett, így azt szemletárgyként le kell foglalni.



6. számú kép: A helyéről semleges területre elmozdított flakonnál is egyértelmű a jelzés

Amennyiben az ügyfél nyilatkozata, vagy a tüzeset körülményei azt mutatják, hogy a helyszínen a tüzesetet megelőzően is jelen volt valamilyen éghető folyadék (pl. háztartásban használatos hígító, petróleum, illetve gépjármű esetében annak üzemanyaga), akkor a vizsgálat eredményességének érdekében összehasonlító referencia mintát is vételezni kell.

Megfelelő mennyiségben rendelkezésre álló minta esetén a vegyészszakértői vizsgálat a mintákból kimutatott ugyanolyan anyag esetén azok azonosságát, illetve különbözőségét is megállapíthatja.

A tűzzel érintett terület átvizsgálása után hasznos lehet a távolabbi környezet bejárása is a kutyával, ugyanis nem ritka, hogy az elkövető a tetthelyről távozva, akár a szomszédos utcákba érve szabadul meg a használt égésgyorsító anyag palackjától. Azt megtalálva, és vegyészszakértői vizsgálatra küldve ugyancsak elvégezhető a fent említett összehasonlító analízis.

A bűnelkövetés megfelelő biztosítása érdekében a mintát légmentesen záródó edénybe kell helyezni, és a lehető legrövidebb időn belül meg kell küldeni a vegyészszakértői vizsgálatra.

VIII. Tűzokozással kapcsolatos bűncselekmények

Emberölés (Btk. 166. §)

160. § (1) Aki mást megöl, büntett miatt öt évtől tizenöt évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés tíz évtől húsz évig terjedő vagy életfogytig tartó szabadságvesztés, ha az emberölést

- a) előre kitervelten,
 - b) nyereségvágyból,
 - c) aljas indokból vagy célból,
 - d) különös kegyetlenséggel,
 - e) hivatalos személy vagy külföldi hivatalos személy sérelmére, hivatalos eljárása alatt, illetve emiatt, közfeladatot ellátó személy sérelmére, e feladatának teljesítése során, továbbá a hivatalos, a külföldi hivatalos vagy a közfeladatot ellátó személy támogatására vagy védelmére kelt személy sérelmére,
 - f) több ember sérelmére,
 - g) több ember életét veszélyeztetve,
 - h) különös visszaesőként,
 - i) tizennegyedik életévét be nem töltött személy sérelmére,
 - j) védekezésre képtelen személy sérelmére vagy
 - k) a bűncselekmény elhárítására idős koránál vagy fogyatékoságánál fogva korlátozottan képes személy sérelmére
- követik el.



(3) Aki emberölésre irányuló előkészületet követ el, egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(4) Aki az emberölést gondatlanságból követi el, vétség miatt egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(5) Az (1) bekezdés szerint büntetendő, aki tizennegyedik életévét be nem töltött vagy akaratnyilvánításra képtelen személyt öngyilkosságra rábír, ha az öngyilkosságot elkövetik.

(6) A (2) bekezdés *h)* pontja alkalmazásában a különös visszaesés szempontjából hasonló jellegű bűncselekmény

a) a népirtás [142. § (1) bekezdés *a)* pont], az erős felindulásban elkövetett emberölés (161. §),

b) az emberrablás és az előljáró vagy szolgálati közeg elleni erőszak súlyosabban minősülő esetei [190. § (4) bekezdés, 445. § (5) bekezdés *a)* pont],

c) a terrorcselekmény, a jármű hatalomba kerítése, és a zendülés súlyosabban minősülő esetei, ha a halált szándékosan okozva követik el [314. § (1) bekezdés, 320. § (2) bekezdés, 442. § (4) bekezdés].

Megjegyzés: Különös kegyetlenséggel követi el az emberölést az, aki szándékos tűzokozással valószínűsíti meg a bűncselekményt.

Testi sértés (Btk. 164. §)

164. § (1) Aki más testi épségét vagy egészségét sérti, testi sértést követ el.

(2) Ha a testi sértéssel okozott sérülés vagy betegség nyolc napon belül gyógyul, az elkövető könnyű testi sértés vétsége miatt két évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(3) Ha a testi sértéssel okozott sérülés vagy betegség nyolc napon túl gyógyul, az elkövető súlyos testi sértés büntette miatt három évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(4) A büntetés büntett miatt három évig terjedő szabadságvesztés, ha a könnyű testi sértést

- a) aljas indokból vagy célból,
 - b) védekezésre vagy akaratnyilvánításra képtelen személy sérelmére, illetve
 - c) a bűncselekmény elhárítására idős koránál vagy fogyatékoságánál fogva korlátozottan képes személy sérelmére
- követik el.

(5) A büntetés egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztés, ha a könnyű testi sértés maradandó fogyatékoságot vagy súlyos egészségromlást okoz.

(6) A büntetés egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztés, ha a súlyos testi sértést

- a) aljas indokból vagy célból,
 - b) védekezésre vagy akaratnyilvánításra képtelen személy sérelmére,
 - c) a bűncselekmény elhárítására idős koránál vagy fogyatékoságánál fogva korlátozottan képes személy sérelmére,
 - d) maradandó fogyatékoságot vagy súlyos egészségromlást okozva,
 - e) különös kegyetlenséggel
- követik el.

(7) Aki a (3) vagy (6) bekezdésben meghatározott bűncselekményre irányuló előkészületet követ el, vétség miatt egy évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(8) A büntetés két évtől nyolc évig terjedő szabadságvesztés, ha a testi sértés életveszélyt vagy halált okoz.

(9) Aki a súlyos testi sértést gondatlanságból követi el, vétség miatt

- a) a (3) bekezdésben meghatározott esetben egy évig,
 - b) a (6) bekezdés b)-c) pontjában meghatározott esetben három évig,
 - c) életveszélyes sérülés okozása esetén egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.
- (10) A (2) bekezdésben meghatározott bűncselekmény csak magánindítványra büntethető.

Foglalkozás körében elkövetett veszélyeztetés (Btk. 165.§)

165. § (1) Aki foglalkozási szabály megszegésével más vagy mások életét, testi épségét vagy egészségét gondatlanságból közvetlen veszélynek teszi ki, vagy testi sértést okoz, vétség miatt egy évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés

- a) három évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekmény maradandó fogyatékoságot, súlyos egészségromlást vagy tömegszerencsétlenséget,
- b) egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekmény halált,
- c) két évtől nyolc évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekmény kettőnél több ember halálát okozza, vagy halálos tömegszerencsétlenséget okoz.

(3) Ha az elkövető a közvetlen veszélyt szándékosan idézi elő, büntett miatt az (1) bekezdésben meghatározott esetben három évig, a (2) bekezdésben meghatározott esetben - az ott tett megkülönböztetés szerint - egy évtől öt évig, két évtől nyolc évig, illetve öt évtől tíz évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(4) E § alkalmazásában foglalkozási szabály a lőfegyver, a robbantószer és a robbanóanyag használatára és kezelésére vonatkozó szabály is.



Megjegyzés:

- Foglalkozása szabályainak megszegésével más/mások testi épségét, v. egészségét gondatlanságból közvetlen veszélynek teszi ki, vagy testi sérülést okoz.

- Az követi el, aki magatartásával a szakmájának írott/íratlan szabályait megszegi.

Segítségnyújtás elmulasztása (Btk. 166. §)

166. § (1) Aki nem nyújt tőle elvárható segítséget sérült vagy olyan személynek, akinek az élete vagy testi épsége közvetlen veszélyben van, vétség miatt két évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés büntett miatt három évig terjedő szabadságvesztés, ha a sértett meghal, és életét a segítségnyújtás megmenthette volna.

(3) A büntetés büntett miatt az (1) bekezdés esetén három évig, a (2) bekezdés esetén egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztés, ha a veszélyhelyzetet az elkövető idézte elő, vagy ha a segítségnyújtásra egyébként is köteles.

(4) A (3) bekezdés utolsó fordulata nem alkalmazható azzal szemben, aki a közlekedési szabályok alapján köteles a segítségnyújtásra.

Megjegyzés:

- A „*tőle elvárható segítségnyújtás*” **szubjektív feltétel**, amelyet a jogalkalmazó szervezetnek csak alapos mérlegelés után lehet eldönteni.
- A kialakult gyakorlat szerint az elvárhatóság minimuma az, hogy a segítségnyújtásra kötelezett személy álljon meg a sérült mellett, győződjön meg arról, hogy segítségre szorul-e, ajánlja fel segítségét, vagy ha segíteni nem képes a megfelelő hatósági szerveket értesítse.
- A tőle elvárhatóság felső határa, hogy senki sem kötelezhető olyan segítségnyújtásra, amellyel saját vagy mások életét, testi épségét veszélyeztetné.

Kiskorú veszélyeztetése (Btk. 208. §)

208. § (1) A kiskorú nevelésére, felügyeletére vagy gondozására köteles személy - ideértve a szülői felügyeletet gyakorló szülő, illetve gyám élettársát, továbbá a szülői felügyeleti jogától megfosztott szülőt is, ha a kiskorúval közös háztartásban vagy egy lakásban él -, aki e feladatából eredő kötelességét súlyosan megszegi, és ezzel a kiskorú testi, értelmi, erkölcsi vagy érzelmi fejlődését veszélyezteti, büntett miatt egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) Ha súlyosabb bűncselekmény nem valósul meg, az (1) bekezdés szerint büntetendő az a tizennyolcadik életévét betöltött személy, aki tizennyolcadik életévét be nem töltött személyt

a) bűncselekmény vagy szabálysértés elkövetésére, illetve züllött életmód folytatására rábír vagy rábírn törekszik,

b) bűncselekmény elkövetéséhez felajánl.

Közveszélyokozás (Btk. 322. §)

322. § (1) Aki anyag vagy energia pusztító hatásának kiváltásával közveszélyt idéz elő, vagy a közveszély elhárítását, illetve következményeinek enyhítését akadályozza, büntetett miatt két évtől nyolc évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés öt évtől tíz évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekmény

a) csoportosan,

b) különösen nagy vagy ezt meghaladó kárt okozva vagy

c) bűnszövetségben

követik el.

(3) A büntetés öt évtől húsz évig terjedő vagy életfogytig tartó szabadságvesztés, ha a bűncselekmény halált okoz.

(4) Aki közveszély okozására irányuló előkészületet követ el, három évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(5) Aki a közveszély okozását gondatlanságból követi el, vétség miatt három évig, különösen nagy vagy ezt meghaladó kár esetén egy évtől öt évig, halál okozása esetén két évtől nyolc évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(6) Korlátlanul enyhíthető annak a büntetése, aki a közveszélyt, mielőtt abból káros következmény származott volna, önként megszünteti.



Megjegyzés:

- **A közveszély definícióját a törvény nem határozza meg. Az állandósult bírói gyakorlatot alapul véve: a közveszély olyan —emberi magatartás következtében kialakult — objektív helyzet, amely előre meg nem határozható személyeket vagy fel nem becsülhető értékű anyagi javakat közvetlen sérüléssel, megsemmisüléssel vagy megrongálással fenyeget.**
- E meghatározás nyitottságánál fogva a közveszély megállapítható akkor is, ha a cselekmény kapcsán nemcsak egy vagy több —de mindenesetre kis számú— előre meghatározott személy, hanem néhány, de mindenképpen határozatlan kilétű személy, vagy nagyobb számú, de meghatározott személy élete, testi épsége kerül közvetlen veszélybe, illetve a cselekmény jelentős anyagi javakat közvetlen megsemmisüléssel vagy megrongálással fenyeget.

Közveszély-okozással kapcsolatos bírósági határozatok:

BK BH 81/9/353

Nem rongálás, hanem közveszélyokozás megállapításának van helye, ha a gyújtogatási cselekmény nem fenyegeti határozatlan számú személyek életét, de nagy értékű vagyont kerül veszélybe.

L. BH 81/9/353

BK BH 84/6/219

Közveszélyokozás büntetékének és több emberen elkövetett emberölés kísérletének megállapítása akkor sem kizárt, ha a keletkező tüzet rövid idő alatt sikerült eloltani.

L. BH 84/6/219

BK BH 84/10/387

I. Az emberölés különös kegyetlenséggel elkövettként minősül, ha az elkövető abba belenyugodva gyújtja fel a házat, hogy az abban tartózkodó személyek tűzhalált szenvednek.

II. A lakóház felgyújtásával elkövetett emberölésnek és közveszélyokozásnak bűnhalmazatban megállapítása.

L. BH 84/10/387

BK BH 88/7/220

A közveszély okozás nem kísérlet, hanem befejezett, ha az elkövető a tűzveszélyes anyagot a házában szétlocsolja és meggyújtja, bár azt a szomszédok észelve a tűzoltók segítségével elolják, s így a tűz a szomszédos épületekre nem terjed át.

L. BH 88/7/220

BK BH 93/3/131

A közveszélyokozás büntetékének kísérlete nem állapítható meg, ha a terhelt a gáz szabálytalan vételezését gondatlan magatartásával egy gumicső közbeiktatásával úgy oldja meg, hogy ténylegesen gázzivárgás és robbanásveszély nem alakult ki.

L. BH 93/3/131

BK BH 93/8/483

Nem közveszélyokozás, hanem rongálás valósul meg, ha az elkövető a lakóházaktól távol álló szalmakazlat felgyújtja.

L. BH 93/8/483

BK BH 97/8/382

Nem valósítja meg közveszélyokozás büntetékét annak a vádlottnak a cselekménye, aki egy – más lakóépülettől távolabb álló – családi ház toldaléképületeként épített garázsban szétlocsolódott benzint öngyújtóval szándékosan lángra lobbantja, majd a helyszínről távozik; de a tűz továbbterjedése a garázsban elhelyezett gázpalack felrobbanása esetén sem lett volna valószínű.

BK BH 99/6/246

II. A közveszélyokozás büntetékének megállapításához elengedhetetlenül szükséges annak tisztázása, hogy a gyújtogatás következtében nagyobb - meg nem határozható - számú személy vagy előre fel nem becsülhető vagyontárgy ténylegesen veszélybe került-e, illetőleg fennállott-e ennek a reális veszélye.

BK BH 00/3/89

II. A közveszélyokozás eredmény-bűncselekményének a befejezettségéhez az szükséges, hogy a törvényben meghatározott elkövetési magatartás kifejtése folytán az elkövetési módban rejlő objektív folyamatok okozatos következményeként a közveszély ténylegesen bekövetkezzék; valamely tárgy meggyújtása esetén a közveszély akkor következik be, ha azáltal lehetővé válik a tűznek más tárgyakra való továbbterjedése, ennek hiányában csupán a közveszélyokozás kísérlete megállapításának van helye.

Közérdekű üzem működésének megzavarása (Btk. 323. §)

323. § (1) Aki közérdekű üzem működését jelentős mértékben megzavarja, büntett miatt egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés két évtől nyolc évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekményt

- a) csoportosan,
- b) bünszövetségben vagy
- c) különösen nagy kárt okozva

követik el.

(3) A büntetés öt évtől tíz évig terjedő szabadságvesztés, ha a bűncselekményt

- a) fegyveresen,
- b) felfegyverkezve vagy
- c) különösen jelentős kárt okozva

követik el.

(4) Aki a közérdekű üzem működésének megzavarására irányuló előkészületet követ el, vétség miatt két évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(5) Aki a bűncselekményt gondatlanságból követi el, vétség miatt három évig, különösen nagy vagy ezt meghaladó kár okozása esetén egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.



Megjegyzés:

- Lakosság ellátását zavarja, pl: *Közmű, tömegközlekedés, távközlés, hadiüzem, stb.*
- Közérdekű üzem működését, berendezésének, vezetékének megromlásával, vagy más módon megzavarja.
- Szándékosan, vagy gondatlanul valósulhat meg

Környezetkárosítás (Btk. 241. §)

241. § (1) Aki a földet, a levegőt, a vizet, az élővilágot, valamint azok összetevőit jelentős mértékű szennyezéssel vagy más módon

a) veszélyezteti,

b) olyan mértékben károsítja, hogy annak természetes vagy korábbi állapota csak beavatkozással állítható helyre,

c) olyan mértékben károsítja, hogy annak természetes vagy korábbi állapota nem állítható helyre,

büntett miatt az a) pontban meghatározott esetben három évig, a b) pontban meghatározott esetben egy évtől öt évig, a c) pontban meghatározott esetben két évtől nyolc évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) Aki a környezetkárosítást gondatlanságból követi el, vétség miatt az (1) bekezdés a) pontja esetén egy évig, b) pontja esetén két évig, c) pontja esetén három évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(3) Az (1) bekezdés a) pontjában, és a (2) bekezdés első és második fordulatában meghatározott esetben az elkövető nem büntethető, az (1) bekezdés b) pontja esetén pedig büntetése korlátlanul enyhíthető, ha az elsőfokú ítélet meghozataláig a bűncselekmény által bekövetkezett veszélyt, illetve környezetkárosodást megszünteti, a károsodott környezet eredeti állapotát helyreállítja.

(4) E § alkalmazásában szennyezés: a föld, a levegő, a víz, az élővilág, valamint azok összetevői jogszabályban vagy hatósági határozatban megállapított kibocsátási határértéket meghaladó terhelése.

Természetkárosítás (Btk. 242. §)

242. § (1) Aki

a) fokozottan védett élő szervezet egyedét,

b) védett élő szervezet vagy az Európai Unióban természetvédelmi szempontból jelentős növény- vagy állatfaj egyedeit, feltéve, hogy azok külön jogszabályban meghatározott, pénzben kifejezett értékének együttes összege eléri a fokozottan védett élő szervezet egyedei esetében megállapított, pénzben kifejezett legalacsonyabb értéket,

c) a vadon élő állat- és növényfajok számára kereskedelmük szabályozása által biztosított védelemről szóló EK tanácsi rendelet A és B melléklete hatálya alá tartozó élő szervezet egyedét

jogellenesen megszerzi, tartja, forgalomba hozza, az ország területére behozza, onnan kiviszi, azon átszállítja, azzal kereskedik, illetve azt károsítja vagy elpusztítja, büntett miatt három évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztés, ha a természetkárosítás az élő szervezet egyedeinek olyan mértékű pusztulását okozza,

a) hogy az (1) bekezdés a) vagy b) pontja esetében az elpusztított élő szervezet egyedeinek külön jogszabályban meghatározott, pénzben kifejezett értékének együttes összege eléri a fokozottan védett élő szervezet egyedei esetében megállapított, pénzben kifejezett legmagasabb érték kétszeresét,

b) amely az (1) bekezdés c) pontja esetében az élő szervezet állományának fennmaradását veszélyezteti.

(3) Aki a (2) bekezdésben meghatározott bűncselekményt gondatlanságból követi el, vétség miatt két évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(4) E § alkalmazásában élő szervezet egyede:

- a) az élő szervezet egyedének valamennyi fejlődési szakasza, alakja, állapota,
- b) az élő szervezetek keresztezéseként és kereszteződésekként létrejött egyed,
- c) az élő szervezet egyedének származéka, ami alatt érteni kell az elpusztult élőlényt, valamint annak vagy az élő szervezet egyedének bármely részét, továbbá azt a terméket vagy készítményt, amely a felsoroltak valamelyikéből készült, illetve ezek valamelyikéből származó összetevőt tartalmaz.

243. § (1) Aki Natura 2000 területet, védett barlangot, védett természeti területet vagy védett élő szervezetek életközösségét, illetve azok élőhelyét jogellenesen jelentős mértékben megváltoztatja, büntett miatt három évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztés, ha a természetkárosítás a Natura 2000 terület, a védett barlang, a védett természeti terület vagy a védett élő szervezetek életközössége, illetve azok élőhelye jelentős károsodását vagy megsemmisülését okozza.

(3) Aki a (2) bekezdésben meghatározott bűncselekményt gondatlanságból követi el, vétség miatt két évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(4) E § alkalmazásában Natura 2000 terület alatt a természet védelméről szóló törvényben meghatározott fogalmat kell érteni.

Állatkínzás (Btk. 244. §)

244. § (1) Aki

a) gerinces állatot indokolatlanul oly módon bántalmaz, vagy gerinces állattal szemben indokolatlanul olyan bánásmódot alkalmaz, amely alkalmas arra, hogy annak maradandó egészségkárosodását vagy pusztulását okozza,

b) gerinces állatát vagy veszélyes állatát elüzi, elhagyja vagy kiteszi, vétség miatt két évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) A büntetés büntett miatt három évig terjedő szabadságvesztés, ha az állatkínzás

a) az állatnak különös szenvedést okoz, vagy

b) több állat maradandó egészségkárosodását vagy pusztulását okozza.

Műemlék vagy védett kulturális javak megrongálása (Btk. 357. §)

357. § (1) Aki a tulajdonában álló műemléket, védett kulturális javak körébe tartozó tárgyat vagy a tulajdonában álló ingatlanon lévő régészeti lelőhelyet megrongálja, büntett miatt három évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

(2) Aki a tulajdonában álló

a) műemléket vagy védett kulturális javak körébe tartozó tárgyat megsemmisíti,

b) műemlék olyan helyrehozhatatlan károsodását idézi elő, amelynek következtében az elveszti műemléki jellegét, vagy

c) védett kulturális javak körébe tartozó tárgy vagy régészeti lelőhely helyrehozhatatlan károsodását idézi elő,

egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztéssel büntetendő.

Rongálás (Btk. 371. §)

371. § (1) Aki idegen vagyontárgy megsemmisítésével vagy megrongálásával kárt okoz, rongálást követ el.

(2) A büntetés vétség miatt egy évig terjedő szabadságvesztés, ha

a) a rongálás kisebb kárt okoz, vagy

b) a szabálysértési értékhatárt meg nem haladó kárt okozó rongálást

ba) falfirka elhelyezésével vagy

bb) bűnszövetségben

követik el.

(3) A büntetés büntett miatt három évig terjedő szabadságvesztés, ha

a) a rongálás nagyobb kárt okoz,

b) az elkövető

ba) védett kulturális javak körébe tartozó tárgyat, műemléket, régészeti lelőhelyet vagy régészeti leletet,

bb)⁴² vallási tisztelet tárgyát vagy templomot, vallásgyakorlásra rendelt más helyet,

bc) temetési helyet, temetkezési emlékhelyet, illetve temetőben vagy temetkezési emlékhelyen a halott emlékére rendelt tárgyat

rongál meg.

(4) A büntetés egy évtől öt évig terjedő szabadságvesztés, ha

a) a rongálás jelentős kárt okoz,

b) az elkövető a (3) bekezdés ba)-bc) pontjában meghatározott valamely tárgyat, épületet, vagy helyet semmisít meg,

c) a rongálást robbanóanyag vagy robbantószer felhasználásával követik el.

(5) A büntetés két évtől nyolc évig terjedő szabadságvesztés, ha a rongálás különösen nagy kárt okoz.

(6) A büntetés öt évtől tíz évig terjedő szabadságvesztés, ha a rongálás különösen jelentős kárt okoz.

(7) E § alkalmazásában falfirka: festékszóróval, filctollal vagy bármilyen más felületképző anyaggal létrehozott képi, grafikus vagy szöveges felületbevonat, amely nem a vagyontárgy rendeltetésszerű használatához szükséges.



Megjegyzés:**1. Az elkövetési magatartások:**

a) *a megrongálás:* A megrongálás a dolog állagát károsítja, melynek következtében értéke csökken, vagy állagát nem károsítja de az már nem rendeltetésszerűen használható.

b) *a megsemmisítés:* A vagyontárgy állagának megszüntetését vagy olyanfokú károsítását jelenti, hogy az már az eredeti állapotba nem állítható vissza.

A magatartásnak jogellenesnek kell lennie. Nincs helye tehát rongálás miatti bűnösség megállapításának, ha társadalomra veszélyességet kizáró ok (pl. végszükség) áll fenn.

2. Az alany:

A bűncselekmény tettese (társtettese) bárki lehet, kivéve a tulajdonos és bizonyos esetekben azt, akinek a kezelésére az idegen dolgot rábízták. A Btk-ban meghatározott esetekben a rongálásnál megfogalmazott elkövetési magatartások nem a rongálást, hanem a Btk. 357. §-ban meghatározott műemlék vagy kulturális javak megrongálása vagy a Btk. 322. § (1) bekezdésben meghatározott közveszély-okozást valószínűsítik meg. Ezeknél a cselekményeknél az elkövető a dolog tulajdonosa is lehet, illetőleg a Btk. 371. §-a esetében csak az lehet.

3. A bűnösség:

A rongálás egyenes és eshetőlegesen szándékkal is elkövethető. *A gondatlan alakzat már nem bűncselekmény.*

Felhasznált irodalom:

- 2012 évi C. törvény a Büntető Törvénykönyvről,
- Büntetőjog Különös Rész I. (Blaskó-Miklós-Pallagi-Vörös, Rejtjel kiadó 1999)
- Büntetőjog Különös Rész II. (Blaskó-Miklós-Schubauer, Rejtjel kiadó 2000)

IX. Tűzmodellezés**1. Matematikai tűzmodell alkalmazása a tűzvizsgálatban**

A tűzvizsgálat célja szűkebb értelemben a tűz keletkezési okának kiderítése. Tágabb értelemben ez kiegészül három további fontos feladattal, úgymint:

- adatok gyűjtése a tűzmodellezéshez,

- adatok szolgáltatása a tűzkár-statisztika számára,

- és nem utolsósorban, tanulságok megfogalmazása a tűzbiztonság fokozása érdekében.

A tűzvizsgálat tipikusan team munka, szakértők együttműködése a cél elérése érdekében. A munkában résztvevő szakértők a saját tudásbázisukat használják, miközben kizárásos módszerrel megpróbálják kideríteni a tűz keletkezési okát.

A tűz minden olyan tárgyon nyomot hagy, amellyel kölcsönhatásba kerül. A tűre jellemző például, hogy:

- az épületszerkezeteken, bútorokon, és más tárgyakon beégés, szenesedés, színváltozás keletkezik. Egyoldalú beégések utalnak a terjedés irányára.

- Üvegek eltörnek, esetleg megoldvadnak, vakolat megreped, lehullik.

A tűz hátrahagyott nyomaiból lehet következtetni a tűz lefolyására. Mégis, néha olyan nyomokkal találja magát szemben a szakértő, amelyek létrejöttét nehéz megfejteni. Ilyen esetekben jó szolgálatot tehetnek a különböző matematikai tűzmodellek.

Munkánkban azt vizsgáltuk, hogy egy megtörtént tüzeset elemzésében egy cellamodell [1], nevezetesen a Fire Dynamics Simulator (FDS) [2] használata milyen kiegészítő információkat nyújthat.

A modell elméleti megfontolásai, komponensei

A munka során a NIST Fire Dynamics Simulator-t (FDS) és a programhoz készült NIST Smokeview megjelenítő szoftvert használtuk. A Smokeview szerepe az, hogy háromdimenziós képet hozzon létre a modell matematikai eredményei alapján úgy, hogy az előre meghatározott időlépcsőnek megfelelően, kép-kockákon jeleníti meg a kívánt eseményeket, értékeket. Ilyenek lehetnek például a tűz és a füst terjedése, a hőmérsékletek, a keletkezett gázok koncentrációja, az áramlási sebességek és irányok, és a tömeg kiégés.

Az FDS egy cellamodell, amelyben alkalmazott eljárás a Computational Fluid Dynamics (CFD) modellezés alapján, annak továbbfejlesztésével jött létre. Az eljárás lényege az, hogy a modellezett teret derékszögű, kisméretű számítási egységekre, cellákra bontják. A számítások során a modell az egyes cellák fizikai jellemzőit külön-külön határozza meg, a cellák geometriai középpontjára nézve. Az áramlásokat a cellák falán keresztül vizsgálja, úgy hogy figyelembe veszi a cella belsejében jelen levő forrást, vagy nyelőt. Az ismételt számításokat akár több tízezerszer végzi el mire a végeredmény megszületik, ezért jelentős számítástechnikai erőforrásokat igényel. A modellezés során a sűrűséggel, a sebességgel, a hőmérséklettel, a nyomással és a különböző anyagok koncentrációjával számolunk.

A modell matematikai egyenletei, és a részletes elméleti megfontolások megtalálhatók a Technical Reference Guide-ban [2], itt csak a főbb komponenseket ismertetjük röviden.

A modell működését tekintve három részre bontható a hidrodinamikai, az égési, és a hősugárzási modellre.

a) Hidrodinamikai modell

A hidrodinamikai modell a Navier-Stokes egyenletre alapul, melyben tömeg-, momentum- és energia-megmaradási egyenleteket párhuzamosan kell megoldani, ideális gázállapotot feltételezve. A turbulens áramlásokhoz a nagy örvényes szimulációt, Large Eddy Simulation (LES), illetve direkt numerikus szimulációt (Direct Numerical Simulations (DNS)) használja.

A LES a hővezetési tényezőhöz, a viszkozitási tényezőhöz, az anyag diffúzióhoz a Prandtl (Pr) és Schmidt (Sc) számokat, valamint a Smagorinsky modell C_s empirikus konstansát használja fel. A DNS szimuláció során a viszkozitási, hővezetési és diffúziós tényezők kiszámításra kerülnek.

b) Az égés modellje

Az anyagok égésének szimulációjához szükség van az anyagok hőfelszabadulási sebességére, vagy párolgáshőjére (a modellben a párolgáshőt tágabb értelemben használjuk, beleértjük az olyan bomlások hőeffektusát is, amelyek során gázhalmazállapotú bomlástermékek keletkeznek), a gyulladási hőmérsékletükre, sűrűségükre, és az égéshőjükre. A modell kevert illetve direkt égési modellekkel dolgozik. Nagyobb felbontás esetén a kevert égéssel, milliméter alatti felbontás esetén a direkt égéssel számol.

A hőfelszabadulási sebesség, a Cone kaloriméteres mérések eredményeire alapozva, az égés során elhasznált oxigén mennyiségéből a Hugget-egyenlet szerint számítható [1].

c) A hősugárzás modell

A hősugárzási modellben a teljes hullámhossz tartomány hat sávban kerül számításra, majd sávok eredményeit összegezve kapjuk meg a beeső sugárzás mennyiségét. A testekkéle érkező hőt a felületre érkező hősugárzás, és hővezetés adja.

Az FDS eredményeinek használhatósága

A bevezetőben említett irodalmak azt bizonyítják, hogy az FDS megfelelő matematikai háttérrel rendelkezik, ahhoz hogy valóságos adatokat szolgáltatasson. Large scale modellek alapján megállapították, hogy az FDS a hőmérsékleteket 15% pontosságon, a hőfelszabadulási sebességet 20% pontosságon belül jelzi. Ugyan akkor azt is kimutatták, hogy a modell érzékeny a cellák számára, a megfelelően pontos működéshez elegendően nagyszámú cella szükséges. A vizsgált eredmények szerint a számításokhoz általában a 10 cm-es és az alatti felbontás felel meg. Az anyagok fizikai tulajdonságaihoz cone kaloriméteres mérésekkel, vagy SBI tesztek által juthatunk, bár korlátozott adatbázis hozzáférhető a szakirodalomban is.

A tüzeset leírása

A tűz egy panel szerkezetű 10 emeletes épület 9. emeletén lévő lakásban keletkezett. A lakás két szobás, a konyha és a közlekedő helyiség 1,2m magasságig fa-lambériával volt borított. A tűz során csak a konyha égett ki teljes mértékben, a konyhától távolodva az égés nyomai felülről lefelé rohamosan csökkentek. A konyha teljes berendezése elégett, a kapcsolódó folyosón a lambéria-borítás és a gardrób szekrény jelentősen károsodott. A szobákban számottevő károsodás nem keletkezett, leginkább kormozódás volt megfigyelhető.

A tűzvizsgálati eljárás megállapította, hogy a tűz a konyhában lévő hűtőszekrény mögötti területen keletkezett, valószínűleg a hűtőgép meghibásodása miatt.



1. kép



3. kép



2. kép



4. kép

Megfigyelhető volt, hogy amíg a konyhahelyiség teljes mértékben kiégett a padló szintjétől a födémig (gyakorlatilag nem maradt éghető anyag), addig a konyhába vezető folyosón a fa-lambéria 2m-re a konyha ajtajától már jóval kisebb mértékben sérült. Jelentős különbség volt a konyha és a többi helyiség kiégésének mértéke között (1.kép) ; (2. kép). A vizsgálati eljárás során ez kérdésként merült fel: *miért van ilyen jelentős különbség?* Természetesen a más tüzesetknél is megfigyelhető, hogy a meleg és hideg rétegben lévő anyagok károsodása között különbség van, de ebben az esetben a konyhától 2 m-re a folyosón a lambéria anyagának a nagyobbik része nem égett el (3.kép) , illetve a folyosó végén lévő faanyagú gardrób szekrény és a benne lévő ruhák egy része éppen maradt (4.kép). A számítógépes elemzés célja az volt, hogy magyarázatot találjunk a jelentősen eltérő károsodásokra.

A konyhaajtó helyzete, a rajta látható égésnyomok, a károsultak és a tűzoltók elmondása alapján egyértelműen megállapítható (5. kép). Az anyag mélységében lévő szenesedés csak az ajtó felső „felén” található, ami kizárja, hogy az ajtó zárva lett volna, amikor a konyha teljes berendezése kiégett.

A károsultak elmondása alapján a lángok először a hűtőszekrény mögül csaptak ki. Ezt megerősíti az, hogy a fém tárgyak közül a legjelentősebb sérülés valóban a hűtőszekrényen és

a közvetlen közelében lévő berendezéseken láthatók. A tűz keletkezési okának, illetve helyének további vizsgálatától eltekintettünk, elfogadtuk a tűzoltóság megállapításait.



5. kép

1.4. A modellezés kiindulás feltételei

a) A bemenő adatok

Az FDS számításaihoz szükség van a számítási tér a bútorok, berendezések geometriájára, a falak, a berendezések, bútorok termodinamikai tulajdonságaira, illetve a szellőzés paramétereire a nyílászárók nyitására, csukódására idejére.

A modellben 10x10x10cm-es felbontású hálót használtunk.

A lakás méretei: 11x5.40x2.70m. Az adott felbontás mellett számos cella keletkezik, ami a számítógép jelentős forrásait leköti. A lakás területének középső részét dolgoztuk ki megfelelő részletességgel, mivel ezen a területen jól észlelhetők voltak a tűz hatásai. Valószínű, hogy a lakás más területén lévő tárgyak nem befolyásolták az égési folyamatot, hiszen ott csak kormozódás nyomok voltak láthatók.

b) A szellőzés

A szellőzés, mint légellátás a tűz egyik legfontosabb befolyásoló tényezője. Jelen esetben a lakáson lévő ablakok, illetve az ajtók állapota befolyásolta a tűz terjedését. A két szoba ablakai végig zárva voltak, a bejárati ajtót a kierkező tűzoltók nyitották ki, tehát a szellőzés lehetősége a konyhán lévő ablakra korlátozódott. Az ablak a tűzoltók ki érkezésekor ki volt törve, azonban hogy mikor tört ki arra nézve adatok nem állnak rendelkezésre.

Lehetőség van az üveg fizikai jellemzőinek, illetve a tűz fejlődésének ismeretében matematikai számítások alapján megközelítőleg megkapni a törés időpontját. A törés szimulációjához a BREAK [3] szoftvert használtuk. A szoftver a számítás során az üveg fizikai tulajdonságai, méretei mellett, a meleg réteg hőmérsékletét, illetve az üveg felületére eső hősugárzást veszi figyelembe.

A konyha ablaka két részből áll, egy kisebb és egy nagyobb táblából, a két táblát külön vizsgáltuk. A szoftver eredményeként a kisebb üvegtábla törése a 46. a nagyobb üvegtábla törése a 72. másodpercben következik be.

A számításokhoz használt adatok:

- az üveg hővezetési tényezője $[W/mK] = 0.76$
- termikus diffúzió $[m^2/s] = 0.3600 \cdot 10^{-6}$
- törési feszültség $[N/m^2] = 0.4700 \cdot 10^8$
- Young-féle modulus $[N/m^2] = 0.7000 \cdot 10^{11}$

Geometria:

- az üveg vastagsága $[m] = .0064$
- befogási vastagság $[m] = .0150$
- a szélesség fele $[m] = 0.4000$, a nagyobbánál 0.7500

Koefficiensek:

- hővezetési tényező a védett oldalon $[W/m^2K] = 10.00$
- hővezetési tényező a tűz oldalán $[W/m^2K] = 50.00$
- kiindulási hőmérséklet a védett oldalon $[K] = 300.0$
- az üveg emissziója $= 1.00$
- a környezet emissziója a védett oldalon $= 1.00$
- a meleg réteg emissziója a tűz oldalán $= 1.00$

Maximális láng sugárzása: 44.20 s-nál $35300. W/m^2$, a nagyobbánál $22800. W/m^2$
A meleg réteg hőmérséklete 39.50 s-nál $643. K$, a nagyobbánál 48.1 s-nál $556. K$

c) Az anyagok

A számításokhoz a különböző anyagok hőmérsékleti és égési tulajdonságaira van szükség. A modellben a felületek, anyagok szempontjából négyféle anyagot lehet megkülönböztetni:

- állandó hőmérsékletű,
- állandó hősugárzó,
- termikusan vastag,
- termikusan vékony.

Ebben az esetben a számottevő anyagok a beton, a faanyagok, az acél. Természetesen a faanyagokon kívül számos fajta éghető anyag lehetett jelen a tüzeset során is, azonban csak kis mennyiségben. A hőterhelés jelentős részben a faanyagok égéséből származott.

A modellben szereplő anyagok tulajdonságai (szögletes zárójelben a forrás):

Beton [4]:

- Fajhő $0.88 (kJ/kg/K)$
- Sűrűség $2100 (kg/m^3)$
- Hővezetési tényező $1.0 (W/m^2K)$

Mdf [5]:

- Gyulladási hőmérséklet $320.0 (C)$
- Párolgás hő $400. (kJ/kg)$
- Sűrűség $700. (kg/m^3)$

Fenyő[4,5]:

- Gyulladási hőmérséklet $320.0 (C)$
- Párolgás hő $500. (kJ/kg)$
- Sűrűség $450. (kg/m^3)$

Függöny [6]:

- Gyulladási hőmérséklet $230.0 (C)$
- Párolgás hő $2500. (kJ/kg)$
- Sűrűség $117. (kg/m^3)$

Acél [4]:

- C_DELTA_RHO: $20. (kJ/m^2/K)$

A hűtő mellett lévő zacskók, papírok [4]:

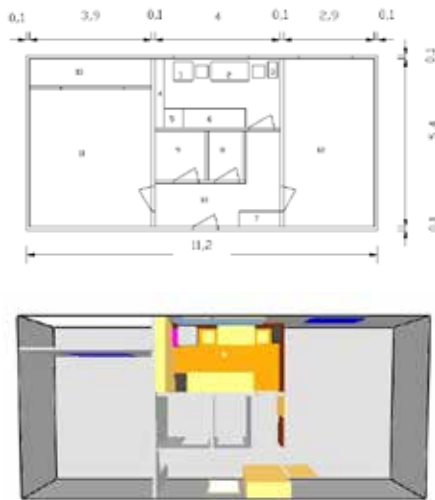
- Gyulladási hőmérséklet: $230.0 (C)$

A padlón lévő PVC burkolat [5]:

- Gyulladási hőmérséklet: $280.0 (C)$
- Párolgás hő $2000. (kJ/kg)$
- Sűrűség $1250. (kg/m^3)$

d) A berendezések méretei:

Megnevezés	Anyag	Méret
Konyhaszekrény alsó rész	MDF	2m hosszú 60 cm mély 110 cm magas
Konyhaszekrény felső rész	MDF	2m széles 60 cm mély 70 cm magas
Nagy konyhaszekrény	MDF	120 cm széles 30 cm mély 270 cm magas
Gardrób szekrény az előszobában	MDF	130 cm széles 50 cm mély 270 cm magas
Hokedlik	MDF	40 cm széles 40 cm mély 5 cm magas
Asztal	MDF	120 cm széles 60 cm mély 5 cm magas (csak asztallap)
Ajtók	MDF	90 cm széles 5 cm mély 2 m magas
Lambéria	Fenyő	változó szélesség a fal mellett, 5 cm mély 120 cm magas
Gáztűzhely	Acél	55 cm széles 60 cm mély 110 cm magas
Hűtő	Acél+Purhab	60 cm széles 60 cm mély 110 cm magas
Kis Hűtő	Acél	35 cm széles 55 cm mély 50 cm magas



1. Hűtőgép
2. Asztal, székekkel
3. Kis hűtőgép
4. Konyhaszekrény a padló szinttől a födémig
5. Gáztűzhely
6. Konyhaszekrény
7. Gardrób szekrény
8. WC
9. Fürdőszoba
10. Előszoba
11. Nagobbik szoba
12. Kisebbik szoba
13. Loggia

1. ábra A tűz helyszíne

A konyhából vezető folyosó szoba felé eső fala láthatósági okokból átlátszó opciót kapott.

e) A gyújtóforrás

Az FDS-ben gyújtóforrásként többféle megoldás használható. Lehet egy adott hőfelszabadulási sebességet adó gázláng, és lehet egy adott hőmérsékletű felület, ami hővezetéssel, hőáramlással, hőszugárral gyulladást eredményez a környezetében. A tűz a

feltételezés szerint a hűtőgép mögött keletkezett, valószínűleg a motor közelében. A hűtőgépen levő tűz, illetve lángterjedés a modellünk számára túl bonyolult feladat lenne, és valószínűleg nem is kellően pontos adatokkal szolgálna. A VTT finn cég large scale modelljeiben hűtőgépeket vizsgáltak [7]. A finn modellben a hűtőgép méretei 0.59x0.60x1.85m, kombi hűtőszekrény. Az égés folyamatát tekintve a tűz a motornál keletkezik, majd 5 perc múlva a hátfalon terjed a gép tetejére és végül 11 perc múlva az első ajtó megnyílása után az egész szerkezet lángba borul. A hőfelszabadulási sebesség maximuma 12 percnél 1900 kW. A mi esetünkben a hűtő csak szimpla hűtő 110 cm magas, ezért a terjedési adatokat a következőképpen módosítottuk. A teljes hátfal égésével indítottuk a modellt, mert a károsultak elmondása alapján, ez volt az idő skála nulla pontja, amihez viszonyíthatjuk az idő múlását. A large scale modellben azonos idő intervallummal a teljes hátfal égéséhez képest a tető fele a 35. a teljes tető, pedig a 96. másodpercben gyullad meg. A teljes terjedelmű égés a 436. másodpercben következik be.

A hőfelszabadulási sebességet a következők szerint határoztuk meg: a teljes hátfal égése során 150 kW, a fél tető égése során 350 kW, a teljes tető égése során további 250 kW, majd a teljes égés során további 550 kW szabadul fel. Így összesen 1300 kW-al számoltunk a large scale modellből megféleltetett terjedési időkkkel.

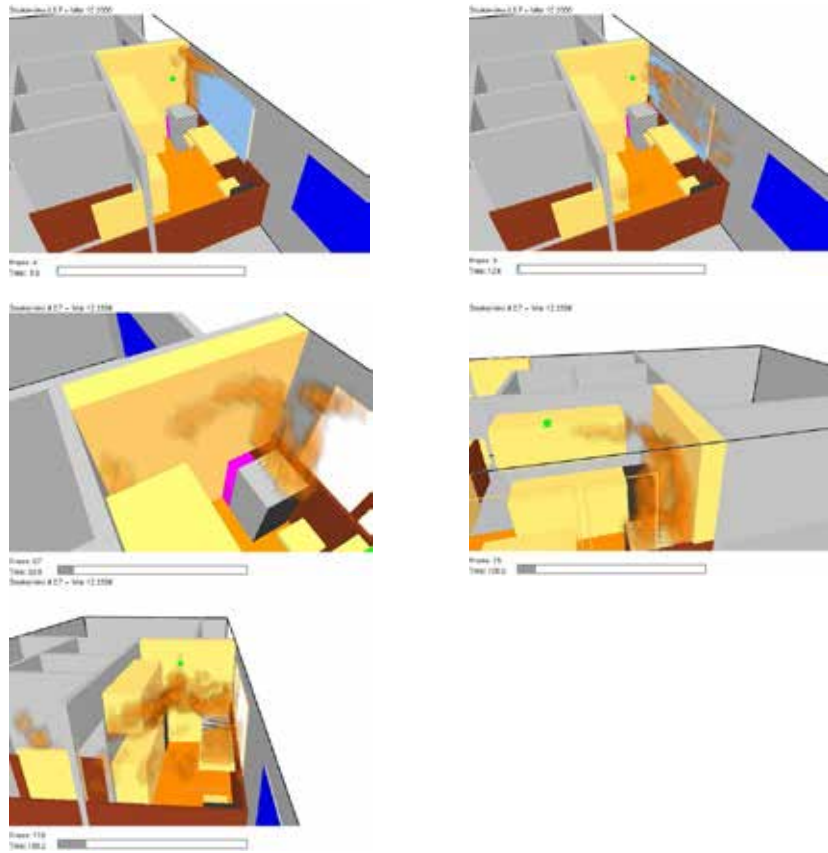
A modellezés eredményei

Az ábrák alatt szerepel az időpont másodpercben, az oldalán az érték, és annak skálája, amelyet megjelenít az ábra. A vizsgálatban szereplő ábrák a megjelenítő program által készültek. Az ábrákon természetesen csak a lényegesebb időpontokat, fordulópontokat jelenítettük meg.

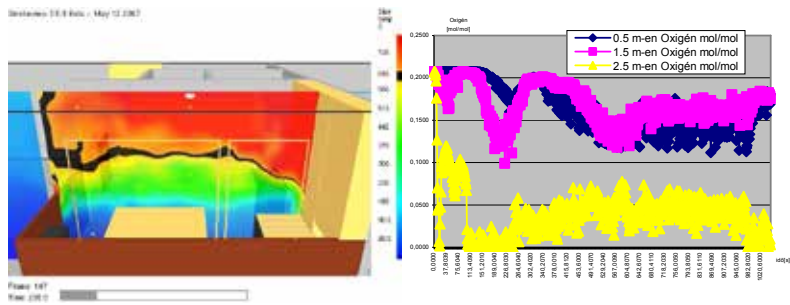
a) A tűz terjedése

A modellben megfigyelhető, hogy a legnagyobb hőfelszabadulási sebesség a 200. másodperc környezetében van. A konyha gyakorlatilag ekkor már teljes terjedelmében ég, azonban a tűzoltók kiérkezéséig még 13 perc telik el. Az ablakok már a 72. másodperc után kitörnek, tehát a friss levegő utánpótlásnak kellene lennie. Vajon a tűz miért nem terjedt a konyhán túl?

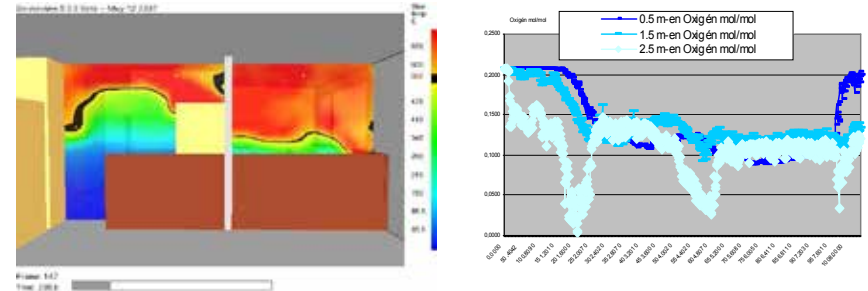
A modellben lehetőség van a tűz terjedésének tanulmányozására. A modellben a 0 időpillanat a tűz észlelésének ideje volt, ekkor a hűtő hátulja már teljes terjedelmében lángolt. A **2. ábrán** megfigyelhető, hogy milyen irányban, milyen időpontban terjedtek a lángok. A tűz a hűtőgéptől indult el, meggyújtotta a függönnyt az (5.6s-nál), majd a hűtőgépen keletkező lángok elegendő, hőt termeltek ahhoz, hogy a 30 cm-re lévő szekrényt meggyújtsák. A szekrényen a lángok tovább terjedtek a rövidebb fal síkjával párhuzamosan (93.8s-nál), majd a hűtővel szemben lévő felső konyhaszekrény is meggyulladt (105s-nál). Ekkor már olyan mértékű a meleg réteg hőmérséklete, hogy gyakorlatilag az egész konyha lángra lobban (165.2s-nál). A tűz tehát az eddigi eredmények alapján a 165. másodperctől tovább terjedhetett volna a folyosóra.



2.ábra A tűzfejlődés



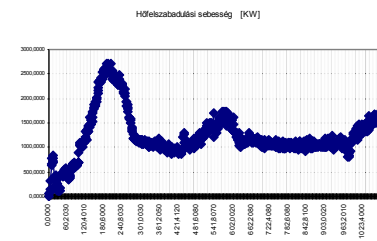
3-4.ábra A konyha



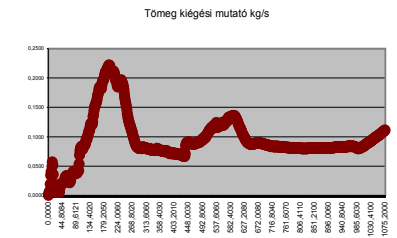
5-6.ábra A folyosó

Az égés feltétele első közelítésben: az éghető anyag, az oxigén és az aktiválási energia egy időben egy helyen való jelenléte. A konyha helyiségben a bútorok, a folyosón a gardröbbszekrény, valamint a lambéria volt az éghető anyag. A konyhában a meleg réteg a 205. másodpercben 700 °C , a folyosón pedig a gardröbbszekrény felső része előtt 580 °C feletti hőmérsékletű, tehát az anyagok égéséhez szükséges aktiválási energia is jelen volt a térben (3.,4.ábra).

Az utolsó tényező az oxigén. Az oxigén koncentráció változását jól megfigyelhetjük a folyosón a (5.ábra) és a konyhában a (6.ábra). A folyosón az oxigén koncentrációja a 200. másodperc után már 15% alá esik és a bejárati ajtó kinyitásáig (970. s) nem is emelkedik ezen érték fölé. A konyhában viszont, 0.5m-en és 1.5m-en a tűz lefolyása alatt végig 15% körül marad a koncentráció. Craig Beyler kutatásai alapján normál körülmények között az égés 14% alatti koncentrációban nem lehetséges [8].



7.ábra Hőfelszabadulási sebesség



8.ábra Tömegégi sebesség

A 200. másodpercre kifejlődött „nagy” tűz után (a modell egész területét tekintve) lecsökkent a hőfelszabadulás sebessége, és a tömeg kiégés (7.ábra, 8.ábra).

Az eredmények alapján megállapítható, hogy hiába volt meg a szükséges hőmérséklet a konyhához csatlakozó folyosón, a 205. másodpercben, az oxigén hiány miatt úgy lecsökkent az oxigénkoncentráció, hogy a tűz nem tudott tovább terjedni a lakás többi részébe. Az égés a továbbiakban a konyha ablakokon beáramló oxigén függvénye lett, mivel a bejárati ajtó és a szobákban lévő ablakok zárva voltak.

A folyosón lévő alacsony és a konyhában lévő éppen megfelelő oxigén koncentráció miatt égés számottevően csak a konyha helyiségben jöhetett létre, de ott is csak a beáramló oxigén mennyiségének megfelelő mértékben (oxigén kontrolált égés).

A hőfelszabadulási sebesség és a tömeg kiégési mutató csökkenéséből valószínűsíthető, hogy kevésbé intenzív égéssel esetleg parázsló, izzó égéssel égett ki a konyha. Így magyarázható, hogy a kezdetben nagyon intenzív égés annyira korlátozódott, hogy az elkövetkező 760 másodpercben csak a konyha berendezéseit tudta megsemmisíteni.

A modell segítségével választ kaptunk, arra hogy milyen irányú volt a tűz terjedése, illetve, hogy lehetett a tűznek olyan lefolyása mely a konyha teljes kiégéséhez vezetett, úgy hogy a lakás más részeiben nem okozott hasonló pusztítást.

Következtetések

A szimuláció nyilvánvalóan hasznos adatokat szolgáltat a tűzvizsgálatokhoz, azonban önmagában nem használható tűzvizsgálati eredmények származtatására. Mint annyi minden ez a program sem tökéletes, s az általa létrehozott adatokat, csak megfelelően képzett szakember felügyelete, ellenőrzése mellett lehet megbízhatóan felhasználni. A program által szolgáltatott eredmények nagyban függenek a bevitt adatoktól, ezért nagy hangsúlyt kell helyezni az alapadatok pontosságára, és megfeleltetésére. A program a szimulációk segítségével olyan apró részletekre tudja ráirányítani a figyelmet, melyeket a legalaposabb szakember is elkerülhet egy rendkívül sokváltozós tüzeset elemzése során. Az elemző figyelmét a jelentősebb tényezők, és időpillanatok felé fordítja, ezáltal meggyorsítja és pontosítja a vizsgálati eredményeket.

Ez ideig több tudományos munka született a program megbízhatóságának demonstrálására, melyek során large scale tesztekkel hasonlítják össze a kapott eredményeket. Az egyezés meglepően jó. Ugyan akkor kiterjedt vizsgálatok vannak arra vonatkozóan, hogy a modell milyen körülmények között, milyen paraméterekkel lehet tüzesetek vizsgálatára felhasználni. Munkánk eredményei ezeket a vizsgálatokat gazdagítják.

Irodalomjegyzék:

[1]: Dr. Beda László. Tűzmodellézés, Tűzkockázat Elemzés. Szent István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar. Budapest 1999.

[2]: Kevin McGrattan, Glenn Forney Editor. Fire Dynamics Simulator (Version 4) User Guide. Nist Technology Administration U.S. Department Of Commerce 2006.

[3]: A.A. Joshi and P.J. Pagni. Break1-Version 1.0. Department of Mechanical Engineering University of California at Berkeley, CA 94720

[4]: Database4.data file of NIST Fire Dynamics Simulator. U.S. Department Of Commerce 2006.

[5]: Jukka Hietniemi, Simo Hostikka & Jukka Vaari. FDS Simulation of fire spread-comparison of model results with experimental data. VTT Building and Transport. 2004.

[6]: *SFPE Handbook of Fire Protection Engineering*. National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 3rd edition, 2002.

[7]: Jukka Hietniemi, Johan Mangs & Tuula Hakkarainen. Burning of Electrical Household Appliances An experimental Study. VTT Technical Research Centre Of Finland

[8]: Craig Beyler. Flammability Limits of Premixed and Diffusion Flames. The SFPE Handbook Of Fire Protection Engineering, . National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, 3rd edition, 2002. 2-172 – 2-187

A tűz hátrahagyott nyomaiból lehet következtetni a tűz lefolyására. Mégis, néha olyan nyomokkal találja magát szemben a szakértő, amelyek létrejöttét nehéz megfejtetni. Ilyen esetekben jó szolgálatot tehetnek a különböző matematikai tűzmodellek.

Munkánkban azt vizsgáltuk, hogy egy megtörtént tüzeset elemzésében egy cellamodell, nevezetesen a Fire Dynamics Simulator (FDS) használata milyen kiegészítő információkat nyújthat.

Abstract

The marks left behind by a fire are suitable to trace the process of the fire. Nevertheless, sometimes such marks can be seen on the fire scene to which difficult to find explanation. In such a case mathematical fire models can serve as useful tools. The aim of our work was to find out whether the application of a field fire model (Fire Dynamics Simulator - FDS) can result in useful information in fire investigation.

2. Tűzvizsgálat számítógépes támogatással

A matematikai tűzmodellek felhasználási lehetőségeit leginkább a használatuk során tapasztalhatjuk meg. Egyik ilyen lehetőség lehet a tüzesetek elemzése. A hagyományos eljárásokban több tényező elemzésekor is nehézségekbe ütközhetünk. Az áramlások, a különböző gázok koncentrációjának vizsgálata, de sokszor a kialakult hőmérséklet meghatározása is okozhat ilyen problémákat. A modell lehetőséget ad hogy az eddig meg nem vizsgált szempontokat is figyelembe vegyük. Szeretném leszögezni, hogy a számítógép csak a bevitt adatokkal képes dolgozni, így az eredmény a felhasználó felelőssége.

Az elemzéshez a NIST által kifejlesztett Fire Dynamics Simulator (FDS) szoftvert használtam. Ebben az esetben igen egyszerű, -modellezési szempontból- azonban tanulságos tüzesetet vizsgáltam meg. Nyilván a tűzmodell nélkül is megállapítható lett volna a tűz keletkezési oka, és helye, de a példa jól szemlélteti a működést.

A tüzeset leírása

A tüzeset egy lakó konténerben keletkezett. A konténer külső borítása acéllemez, míg a belső burkolata fából készült. Az alaprajzot, valamint a belső elrendezést az 1. ábra szemlélteti. A meghallgatások alapján tényként volt kezelhető, hogy a lakó a sparhelt begyűjtése után a konténert elhagyta. Amikor később kb. ¾ óra múlva visszaérkezett már láng és füst csapott ki a konténer nyílásain. A konténer berendezési tárgyai nem egyenletesen égtek el. A legmélyebb szenesedés a sparhelt melletti sarokban lévő fa szerkezeteken volt tapasztalható. Így a belső fa szerkezeten és a konténer oldalán látható égésnyomok alapján [1.;2. kép] a tűz keletkezési helyét könnyű volt a sparhelt környezetére szűkíteni. A további vizsgálatnak már csak arra kellett választ adnia, hogy a tűz ezen a területen belül hol és hogyan keletkezhetett.



5. kép A konténer bejárati oldalán látható égésnyomok. A kép jobb oldalán a sparhelt füstcső nyílása látható.



6. kép A két függőleges irányú fa szerkezet a szoba és az előtér helyiségek között húzódó válaszfal tartó szerkezete. A baloldalon a bejárati ajtó felé látható a nagyobb fokú szenesedés.

A modell

A modell alapjai

A tűzmodell melyet felhasználtam egy CFD (Computational Fluid Dynamics) elvű tűz modell, a NIST Fire Dynamics Simulator (FDS) szoftvere és az ehhez a programhoz készült szintén a NIST Smokeview megjelenítő szoftver. A modell matematikai eredményei alapján a smokeview egy háromdimenziós ábrát hoz létre, mely az előre meghatározott időlépcsőnek megfelelően kép kockákon szemlélteti a különböző megjeleníteni kívánt eseményeket, értékeket. Ilyenek lehetnek többek között, a tűz, a füst terjedése, a hőmérsékletek, a különböző gázok koncentrációja, az áramlási sebességek, irányok és az égési sebesség. Az ábrák alján szerepel az időpont másodpercben, a jobb oldalán az érték, és annak skálája, amelyet megjelenít az ábra. A vizsgálatban szereplő ábrák ezen megjelenítő program által készültek. A szereplő ábrákon természetesen csak a lényegesebb időpontokat, fordulópontokat jelenítettem meg.

A CFD modell lényege, hogy a modellezett tér, épület derékszögű kis méretű számítási egységekre, cellákra bontható legyen. A számítások során a modell az egyes cellák fizikai jellemzőit külön-külön számítja ki, a cellák geometriai középpontjára. Az áramlásokat a cellák falán keresztül vizsgálja, úgy hogy figyelembe veszi a cella belsejében jelen levő forrást, vagy nyelőt. Az ismételt számításokat akár több tízezerszer végzi el, mire a végeredmény megszületik. A rendkívül sok számítás, igen jelentős számítástechnikai erőforrásokat igényel. A számítógép egy-egy modellel akár heteket is dolgozhat, függően annak paramétereitől. A modell a sűrűséggel, a sebességgel, a hőmérséklettel, a nyomással és a különböző anyagok koncentrációjával számol. A főbb matematikai egyenletek a tömeg áram egyenlet, Newton második törvénye és a termodinamika első főtétele.

A modell működését tekintve három részre bontható a hidrodinamikai, az égési, és a hősugárzási modellre. A hidrodinamikai modell a Navier-Stokes egyenletre alapul. Az anyagok égésének kevert, illetve direkt égési szimulációjához szükség van az anyagok hőfelszabadulási sebességére, vagy párolgáshőjére, a gyulladási hőmérsékletükre, sűrűségükre, és az égéshőjükre. A hősugárzási modellben a teljes hullámhossz tartomány 6 sávban kerül számításra, majd a sávok eredményeit összegezve kapjuk meg a beeső sugárzás mennyiségét. A cellába érkező teljes hőmennyiséget pedig, a hővezetéssel és hősugárzással szállított hőmennyiség összege adja.

A modell kiindulási adatai

Az FDS számításaihoz szükség van a számítási tér, a bútorok, berendezések geometriájára, a falak, a berendezések, bútorok termodinamikai tulajdonságaira, illetve a szellőzés paramétereire a nyílászárók nyitására, csukódására idejére.

Felbontás

A tüzeset szimulációjához egy 6,6mX3,6mX3,2m-es teret használtam, amelyet 10X10X10 cm-es egységekre bontottam. Ezek az egységek képezik a számítási cellákat, amelyeknek középpontjaira a számítógép elvégzi a szükséges számításokat.

Szellőzés

A szellőzés rendkívül fontos tényező a tűz lefolyása során. Az ajtók, ablakok bezáródásának, nyitásának, az üveg törésének időpontja, sarkalatos kérdés. Éppen ezért a tűz modellezésnél is e tényezők kiemelt figyelmet kapnak. A meghallgatások, valamint a konténer ajtaján látható égésnyomok [1.kép] alapján megállapítható volt, hogy a konténer ajtaja valamint az ablakok a tűz fejlődési szakaszában zárva voltak. Az ablakok nyilván a tűz hatására kitortek, de ehhez már megfelelő hőmérséklet emelkedés és hősugárzás volt szükséges. Az feltételezhető, hogy a legsúlyosabb károsodást szenvedett szerkezeteknek már a tűz első perceiben meg kellett gyulladniuk, ezért a vizsgálat során csak a tűz korai szakaszát elemeztem. Korai szakasznak tekintetem a még zárt, sértetlen nyílászárók melletti tűzfejlődést. Az ablaküvegek törésének időpontjára, így csak a későbbi szakasz elemzése során lett volna szükség.

Anyagok

A modellben szereplő anyagok tulajdonságai:

Fenyő[3]:

- Gyulladási hőmérséklet 320.0 (C)
- Párolgás hő 500. (kJ/kg)
- Sűrűség 450. (kg/m³)

Acél [3]:

- C_DELTA_RHO: 20. (kJ/m²/K)

A padlón lévő szőnyeg [3]:

- Gyulladási hőmérséklet: 290.0 (C)
- Párolgás hő 2000. (kJ/kg)
- Sűrűség 750. (kg/m³)

Kárpitozott bútor: [3]:

- Gyulladási hőmérséklet: 280.0 (C)
- Párolgás hő 1500. (kJ/kg)
- Sűrűség 40. (kg/m³)

A berendezések méretei:

Megnevezés	Anyag	Méret
Gáztűzhely	Acél	1m hosszú 60 cm mély 110 cm magas
Konyhaszekrény ajtóval szemben	Fenyő	2m széles 60 cm mély 110 cm magas
Konyhaszekrény válaszfal mentén	Fenyő	1 m széles 30 cm mély 0 cm magas
Sparhelt	Acél	110 cm széles 60 cm mély 110 cm magas
Asztal	Fenyő	120 cm széles 1 m mély 110 cm magas
TV állvány	Fenyő	50 széles 26 cm mély 40 cm magas
Ágy	Kárpitozott bútor	180 cm széles 120 cm mély 30 m magas
Szekrény	Fenyő	120 cm széles 40 cm mély 260 cm magas

[1.számú táblázat]

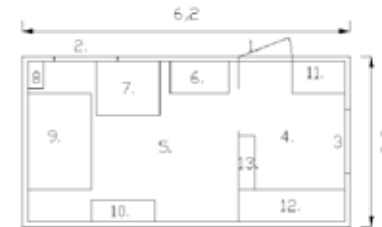
VIZSGÁLAT**Az első eset**

A tűz a legsúlyosabb károkat a sparhelt melletti sarokban, valamint a válaszfalban okozta. A sparheltet éppen a távozás előtt gyújtották be, így a legkézenfekvőbb keletkezési ok a nyílással ellátott, vagy nyitva hagyott hamutér ajtón keresztül kipattanó parázs volt. A parázs az éghető anyagú padlóburkolatra hullva meggyújthatta azt, majd a tűz a szőnyegen tovább terjedhetett a sparhelt felé és a sparhelt melletti falakra.

A vizsgálat kérdése: A szőnyegen a sparhelt előtt keletkezett tűz vajon okozhatta-e a terjedési nyomokat?

Gyújtóforrás

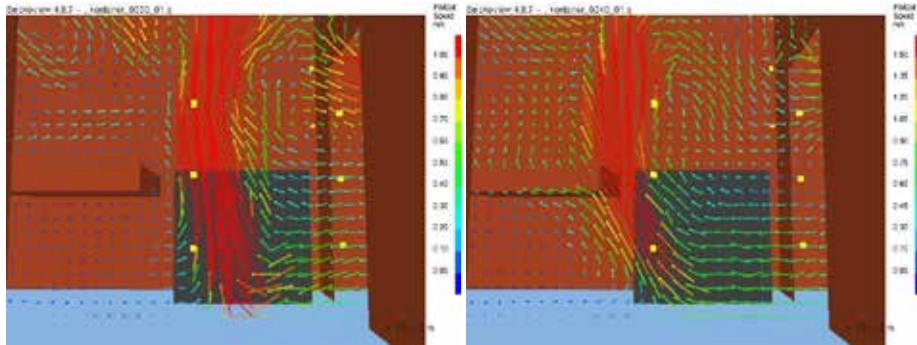
Az FDS-ben gyújtóforrásként többféle megoldás használható. Lehet egy adott hőfelszabadulási sebességgel égő gázláng, és lehet egy adott hőmérsékletű felület, ami hővezetéssel, hőáramlással, hősugárzással gyulladást eredményez a környezetében. A tűz az első esetben a sparhelt előtt a szőnyegen a kipattanó parásztól keletkezett. A gyújtóforrás egy 30cm X 30cm-es 1000KW/m² –es hőfelszabadulási sebességgel égő gázláng, a szőnyegen a sparhelt előtt. Ez nyilván nem a kezdeti állapotot, de a kialakult tűznek egy viszonylag kis területű korai szakaszát tükrözi.

A tűz terjedése

1. ábra Alaprajz

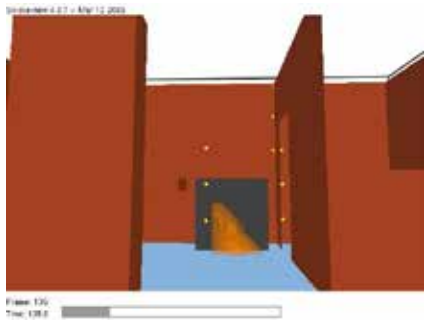
1. Bejárati ajtó
2. Ablak
3. Ablak
4. Előtér
5. Szoba
6. Sparhelt
7. Asztal
8. Tv állvány
9. Ágy
10. Szekrény
11. Gáztűzhely
12. Konyha szekrény
13. Konyha

szekrény

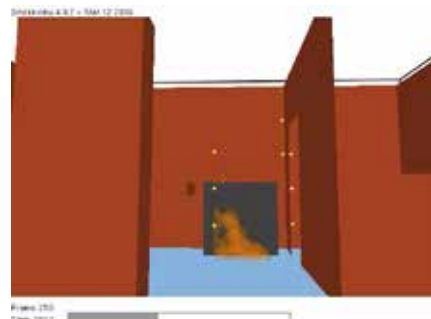


2. ábra A levegő áramlás sebesség vektorai a 30s-ban a sparhelt előtt az ajtónyílás közép-vonalában

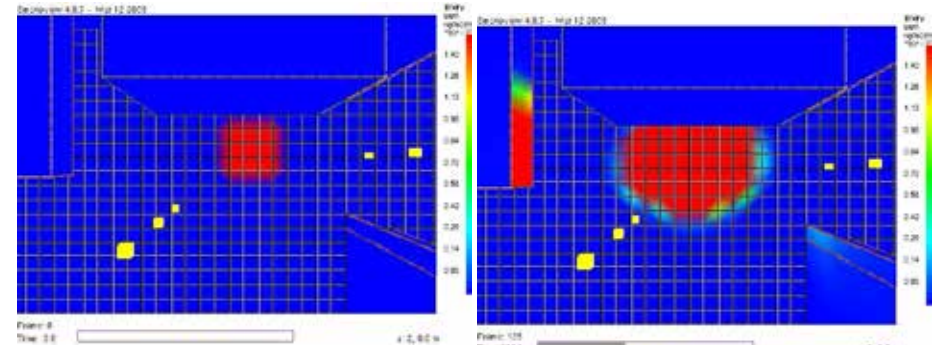
3. ábra A levegő áramlás sebesség vektorai a 240s-ban a sparhelt előtt az ajtónyílás közép-vonalában



4. ábra A tűz képe az 135s-ban a sparhelt előtt az ajtónyílás közép-vonalában

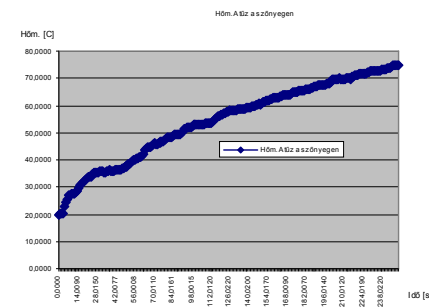


5. ábra A tűz képe a 250s-ban a sparhelt előtt az ajtónyílás közép-vonalában



6. ábra Égési sebesség a szőnyeg felületén a 0s-ban a sparhelt előtt.

7. ábra Égési sebesség a szőnyeg felületén a 250s-ban a sparhelt előtt.



8. ábra A sparhelt melletti sarokban mért falhőmérséklet.

A vizsgálat során megfigyelhető, hogy a tűzre ható légáramlatok eltérő sebességűek [2.;3. ábrák]. Az előtér és a szoba közötti ajtónyílás felől a 30s-ban 0.5 m/s, a 240s-ban 0.75 m/s, a szoba közepe felől jóval kisebb a 30s-ban 0.1 m/s, a 240s-ban 0.15 m/s sebességgel áramlik a levegő a tűz irányába. A közeg mozgásának sebesség vektorai 120s-ig nem mutatnak jelentős változást, azonban a 240s-ban az irányváltoztatás mértéke már számottevő. A láng dőlése a 135s-ban és a 250s-ban is azonos [4.;5. ábrák]. A légáramlatok hatására a 135s-től a tűz, a szoba belső részei felé kezd terjedni. Az égés során, a szőnyeg felületén az égés sebessége a szoba közepe felé kétszer gyorsabban növekszik, mint az ajtó irányába. A kezdeti tűz állapothoz képest az ajtó irányába a 135s-ban 10cm-es a 250s-ban 20cm-es távolságban, a szoba közepe felé a 135s-ban 20cm-es a 250s-ban 40cm-es távolságban az égési sebesség $1.40 \times 10^{-7} \text{ kg/m}^2\text{s}$ [6.;7. ábrák]. A sparhelt melletti sarokban a 250s-ban a fal hőmérséklete, az eltelt időhöz képest még csak 80 C fok [8. ábra].

Figyelembe véve a terjedési irányt, valamint a rögzített nyomokat megállapítható, hogy ha a tűz a sparhelt előtt a szőnyegen keletkezik, akkor a legnagyobb károsodásokat valószínűleg nem a sparhelt melletti sarokban okozza.

A tűznek más irányba kellene terjednie????!!!!

A második eset

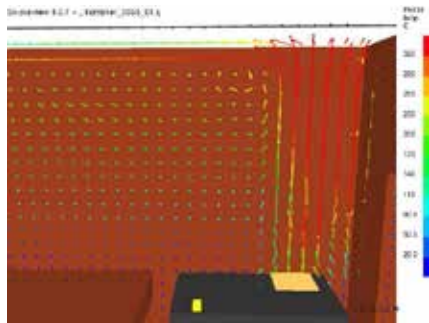
A vizsgálat során rögzítésre került, hogy a konténer előtt a kimentett sparhelt tetején egy edény volt. A meghallgatás nem támasztotta alá, hogy az edény a sparhelten lehetett a tűz idején, de nem volt kizárható sem. Így a következő vizsgálat tárgya a sparhelt tetején az edényben keletkező tüzeset volt.

A vizsgálat kérdése: A sparhelt tetején keletkezett tűz vajon okozhatta-e a terjedési nyomokat?

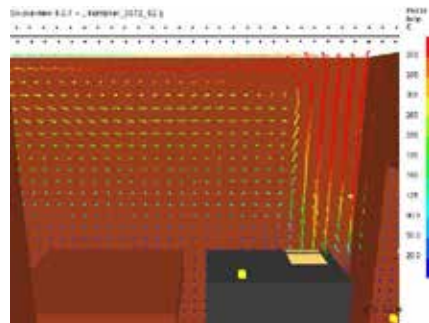
Gyújtóforrás

A gyújtóforrás az előző esethez hasonló módon, de most a sparhelt tetején volt. Egy 30cm X 30cm-es a 1000KW/m²-es hőfelszabadulási sebességgel égő gázláng.

A tűz terjedése



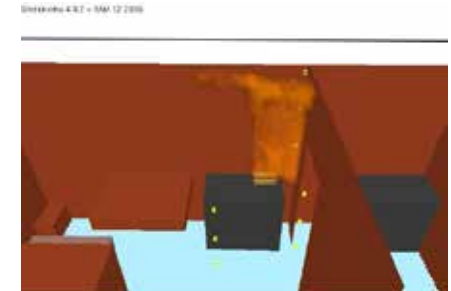
9. ábra A levegő áramlás sebesség vektorai a 60s-ban a sparhelt tetejének környezetében a válaszfalra merőleges síkban.



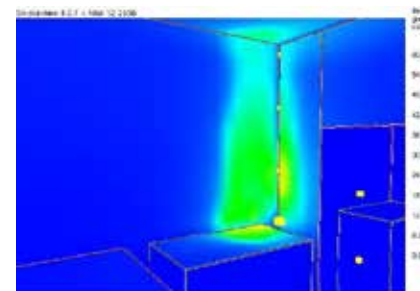
10. ábra A levegő áramlás sebesség vektorai a 72s-ban a sparhelt tetejének környezetében a válaszfalra merőleges síkban.



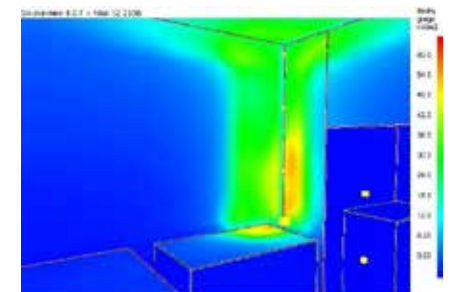
11. ábra A tűz képe az 50s-ban a sparhelt tetején.



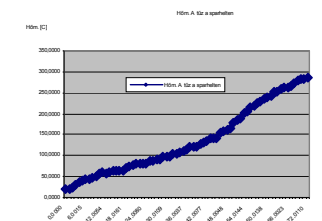
12. ábra A tűz képe az 72s-ban a sparhelt tetején.



13. ábra A sarokban a felfelületre beeső hőszugárzás nagysága az 50s-ban



15. ábra A sarokban a felfelületre beeső hőszugárzás nagysága az 72s-ban



14. ábra A sparhelt melletti sarokban mért falhőmérséklet.

A tűz környezetéből a tűz felé a 60s-ban 0.5 m/s, a 72s-ban 0.8 m/s sebességgel áramlik a sarok irányába a levegő [9.;10. ábrák]. A 11. 12. ábrákon jól látható, hogy a tűz az 50s-ban a sarok, illetve a válaszfal felé terjed. A 72s-ban, pedig az a terület ég, ahol a legnagyobb károsodások keletkeztek. A sarokban található falfelületeket érő hősugárzás mértéke egyenletes növekedést mutat. A válaszfal felületére érkező hősugárzás az 50s-ban 42KW/m², a 60s-ban 48KW/m², a 72s-ban 60KW/m² [13.;14. ábrák]. Megfigyelhető, hogy a sarokban a falaknak egymásra gyakorolt hatása miatt nagyobb a beeső hősugárzás értéke. Ezen a területen a fal hőmérséklete már a 70s-ban 300 C fokra emelkedik [15. ábra].

A második esetben már rövidebb idővel a tűz kialakulása után az a terület ég, ahol a tűz a valóságban a legnagyobb károsodásokat okozta.

Összefoglalás

A vizsgálat eredményeképpen megfigyelhető, hogy a kialakuló légáramlatoknak jelentős szerepe lehet a tűz lefolyásában. Az első esetben a légáramlás a tüzet a szoba közepe felé terelte. A terjedés iránya ezáltal csökkentette annak a valószínűségét, hogy a tűz a kihulló paráztól keletkezhetett volna. Az első eset ezért indokoltá tette egy második keletkezési ok vizsgálatát. A második esetben a tűz a sparhelt tetején felejtett edény környezetében keletkezett. Ebben az esetben a tűz terjedését az áramlások számottevően nem befolyásolták. A sarokban található falak egymásra gyakorolt hősugárzása viszont meggyorsította a felületek felmelegedését. A faszervezet ennek hatására gyorsabban érte el a gyulladási hőmérsékletét, ezért a tűz határozottan a falak találkozásának irányába terjedt tovább.

A két modellt összehasonlítva a terjedési jellemzők valamint a legnagyobb károsodások helye alapján megállapítható hogy a tűz nagy valószínűséggel, a második esetnek megfelelően a sparhelt felejtett edény, illetve az edényben lévő étel túlmelegedésének következménye volt.

Ennek a tüzesetnek a vizsgálata nem használta ki az FDS-ben rejlő lehetőségeket, de az egyszerűsége révén jól áttekinthető a felhasználás néhány módja. Nyilván nem a hasonló súlyú tüzesetek vizsgálati eljárásában kell e programokat használni, de elképzelhető hogy egy-egy nagyobb tüzesetnél meglepő eredményekkel szolgálhatnak. A jelenlegi eljárási formában a tűzvizsgáló pontos adatokat gyűjthet be az anyagokról, tárgyokról, épületekről. A döntését azok elhelyezkedése, tulajdonsága, állapota, valamint a terjedési nyomok alapján hozza meg. Az áramlásokat, az oxigén, illetve a CO koncentrációját viszont nehéz elemezni, pedig ezek is fontos tényezők lehetnek. A szoftver nem oldja meg a feladatot, de segít hogy a vizsgáló olyan tényezőket is elemezhesen, amelyeket egyébként igen nehezen és költségesen vizsgálhatna meg.

Irodalomjegyzék:

- [1]: Kevin McGrattan, Editor. Fire Dynamics Simulator (Version 4) Technical Reference Guide. Nist Technology Administration U.S. Department Of Commerce 2006.
- [2]: Kevin McGrattan, Glenn Forney Editor. Fire Dynamics Simulator (Version 4) User Guide. Nist Technology Administration U.S. Department Of Commerce 2006.
- [3]: Database4.data file of NIST Fire Dynamics Simulator. U.S. Department Of Commerce 2006.
- [4]: Dr. Beda László. Tűzmodellézés, Tűzkockázat Elemzés. Szent István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar. Budapest 1999.
- [5]: Dr. Beda László. Égés- És Oltás- Elmélet I.. Szent István Egyetem Ybl Miklós Műszaki Főiskolai Kar. Budapest 2001

Mellékletek

Szilárd éghető anyagok gyulladási hőmérséklete

(ismeretlen irodalmi adatok alapján)

Sorszám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)
1.	Cukor	410
2.	Dohány	175
3.	Gyapot	450
4.	Tépett gyapot	254
5.	Tépett gyapotszövet	339-492
6.	Szálatakarmány	300 °C alatt
Faféleségek:		
7.	Bükk	395
8.	Fehér fenyő	260
9.	Fenyőfa láda	230
10.	Gyertyán	250
11.	Körös	240
12.	Lucfenyő	280
13.	Parafa liszt	210-240
14.	Parafa lakk	260
15.	Tölgy	340
Papírféleségek:		
16.	Epoxi gyantával bevont papír	350
17.	Fenor gyantával rétegelt papír	320
18.	Hullámpapír	260
19.	Írógép papír	200-250
20.	Írópapír	360
21.	Krepp papír	280
22.	Lángvédővel bevont papír	350
23.	Préselt papír	230
24.	Selyempapír	260
25.	Újságpapír	185-225
Szénféleségek:		
26.	Antracit	460-470
27.	Barnaszén	250-400
28.	Barnaszénbrikett	300-320
29.	Faszén	250-280
30.	Félkoksz	395
31.	Gázkoksz	500-540
32.	Grafit	700-850
33.	Kohókoksz	640-700
34.	Koksz	500-640
35.	Kőszén	350
36.	Kőszénpor	150-220
37.	Tőzeg	230
38.	Szurok	320

Mezőgazdasági termékek gyulladási hőmérséklete

(amerikai adatok alapján)

Sorszám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)
1.	Borsóliszt	560
2.	Burgonyakeményítő	440
3.	Búza	400
4.	Búzakeményítő	380
5.	Búzaliszt	380
6.	Búzasikér	520
7.	Búzaszalma	470
8.	Citrom, narancshéj	490
9.	Cukor	350
10.	Dextrin kukoricából	400
11.	Dióhéj	420
12.	Dohány	420
13.	Fahéj	440
14.	Fokhagyma	360
15.	Fűmag	470
16.	Gabonafélék fű részei	540
17.	Gabona vegyes	430
18.	Guármag	500
19.	Gyapothulladék	520
20.	Gyapotmag	470
21.	Gyümölcs	430
22.	Hagyma	410
23.	Kakaó	420
24.	Kazein	520
25.	Kávésző	410
26.	Kenderkóc	440
27.	Kukorica	400
28.	Kukoricacsutka	400
29.	Kukorica keményítő	380
30.	Len hulladék	430
31.	Lucerna	460
32.	Mézga félék	360
33.	Mohák és gyomnövények	460
34.	Pektin	410
36.	Pittsburghi szén	610
38.	Rizs	440
39.	Sovány tej	490
40.	Sörmaláta	400
42.	Szójabab	520
43.	Tea	580
44.	Tojásfehérje	610

Műanyagfélések gyulladási hőmérséklete

Sorszám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet láng (°C) öngyulladás		
39.	Cellulóz acetát	305	-	478
40.	Cellulóz nitrát	141	-	141
41.	Etil cellulóz	290	-	296
42.	Fenolgyanta	-	498	-
43.	Fenolgyanta azbesztszál	-	280	-
44.	Fenolgyanta fáliszt	-	270	-
45.	Fenolgyanta + papír	300	-250	430
46.	Karbamid gyanta	-	-	-
47.	Menalinyanta	313	-	455
48.	Metilmetakrilát A	280	-	450
-	Metilmetakrilát B	300	-	462
49.	Poliamid	420	-	424
50.	Poliuretánhab	415	-	590
51.	Polietilén	-	341	347
52.	Polietilén HD MF/25	-	350	-
53.	Poliészter	398	-	485
54.	Poliészter gyanta + üveg	346	-	462
55.	Poliészter üvegszál	398	405	-
56.	Polipropilén	-	330	-
57.	Polisztirol	359	-	495
58.	Polisztirol gyöngy	296	-	4902
59.	Polisztirol szemcsés	296	490	-
60.	Polisztirol lemez	345	490	-
61.	Hungarocell hab	356	495	-
62.	Politetrafluoretilén	-	-	530
63.	Polivinilacetát	200-nál bomlik	-	-
64.	Polivinilidénklorid	530 felett	-	-
65.	Polivinilidén	530	-	530
66.	Polivinilakrilát	390	-	454
67.	Polivinilklorid (PVC)	310	454	-
68.	Poliuretánhab (merek)	310	416	-
69.	Stirol akrilnitrát	364	-	451
70.	Stirol akrilnitril	364	451	-
71.	Stirolmetil metrilád	330	484	-
72.	Üvegszövet	520	-	571
73.	Vinilklorid acetát A	320	-	557
-	Vinilklorid acetát B	34	-	435

Textilféleségek gyulladási hőmérséklete

(a BME Technológiai Tanszék mérése)

Sorszám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)
1.	Belga gereben len	180
2.	Danulon	340
3.	Egyiptomi pamutfonal	200
4.	Főzött ipari gyapjú	180
5.	Francia gereben len	210
6.	Gereben len kóc	210
7.	Gyapjúipari bőrhulladék	220
8.	Gyapjúipari hulladék	180
9.	Impregnált fésülési hulladék	200
10.	Ipari gyapjú	160
11.	Jutazsák	180
12.	Kártolási hulladék	240
13.	Nyersjuta	205
14.	Pamutfonal	160
15.	Perlon	340
16.	Szűcs gyapjú	180
17.	Tilolt kender	235
18.	Tilolt len	180

Vetőmagok gyulladási hőmérséklete

(MÉM Értesítőben, 1978-ban közölt adatok)

A Műanyagipari Kutató Intézet a 4832/78. számú szerződésében bevizsgálta a vetőmagokat, melyek MSZ 09.40042-77 szabvány szerinti gyulladási hőmérsékletének adatait az alábbi táblázat tartalmazza:

Sorszám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)
1.	Káposztarepce-mag	330
2.	Mustármag	340
3.	Bab	345
4.	Olajmag	342
5.	Baltacím-mag	350
6.	Szudánifű-mag	360
7.	Olajretek-mag	340
8.	Vöröshere-mag	350
9.	Réticsenkesz-mag	410

A Műanyagipari Kutató Intézet vizsgálati jelentése szerint a vizsgált **vetőmagok** a "Mérsékeltlen tűzveszélyes" (jelzése: "D") tűzveszélyességi osztályba sorolhatók.

Söripari termékek gyulladási hőmérséklete

A Söripar 1343/1/1983. számú megkeresése alapján a MÜKI (1983-ban) az alábbi adatokat vizsgálta be

Sorszám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)
1.	Maláta	340
2.	Malátaapor	370
3.	Porárpa	380
4.	Takarmányárpa	390
5.	Malátaapo	360
6.	Porárpa	380
7.	Malátacsíra	385

Húsipari termékek és egyéb anyagok gyulladási hőmérséklete

MÉM Értesítőben 1987. X. 16-ig közölt adatok

A Műanyagipari Kutató Intézet az MSZ 09.40042-77. számú szabvány szerint elvégezte a

húsipari termékek és egyéb anyagok gyulladási hőmérsékletének vizsgálatát, melynek

eredményét az alábbi táblázat tartalmazza:

Ssz	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)
1.	Téliszalámi	325
2.	Gyulai kolbász	330
3.	Sertés zsír	320
4.	Füstölt étkezési szalonna	325
5.	Főző kolbász	340
6.	Veronai felvágott	345
7.	Étkezési tepertő	330
8.	Ipari csont	350
9.	Húsliszt	350
10.	Lerakódott füstkátrány	485

Szilárd anyagok gyulladási hőmérséklete

(MSZ 1600/8 szerint)

Sor-szám.	Vizsgálati minta Megnevezése	Lerakódott por izzási hőmérséklete (°C)	Gyulladási hőmérséklet (°C)	Alsó gyulladási határ g/m ³
1.	Bőr enyv	összesül	590	-
2.	Burgonyakeményítő	elszenesedik	430	-
3.	Búza gabonapor	290	420-485	-
4.	Búzaliszt	elszenesedik	410-430	-
5.	Bükkfa fűrészpor	315	420-430	-
6.	Dextrin	elszenesedik	400-430	71-99
7.	Dohánypor	290	485	-
8.	Fenyőfa fűrészpor	325	440-450	-
9.	Gyapot por	385	-	-
10.	Halliszt	elszenesedik	485	-
11.	Kakaópor	245	460-540	-
12.	Kávépor (szűrési por)	elszenesedik	600	-
13.	Kukorica keményítő	elszenesedik	410-450	-
14.	Lenpogácsa por	285	470	-
15.	Lóheremag por	280	480	-
16.	Olajos magok tisztítási pora	295	490	-
17.	Pamutszövet por	305	-	-
18.	Papír	360	-	-
19.	Parafaliszt	325	460-505	-
20.	Porcukor	elolvad	360	77-107
21.	Repcepogácsa liszt (extrahált)	elszenesedik	465	-
22.	Rizs (héjpor)	270	420	-
23.	Rozsliszt	325	415-470	67-93
24.	Rozsgabonapor	305	430-500	-
25.	Szulfid-cellulóz	380	-	-
26.	Tejcukor	elolvad	450	83-115
27.	Zab és árpa gabonapor	270	440	-

Élelmiszeripari tűzterhelés számítási adatgyűjteménye

(AGROBER-ÉGTI Budapest, 1987)

A termoanalitikai vizsgálatok DERIVATOGRAPH 1500 típusú (MOM gyártmányú) készülékkel az alábbi körülmények között:

Fűtési sebesség 5 °C/perc folyadék minta esetén
10 °C/perc szilárd anyagok esetén

Vizsgálati hőmérséklet tartomány: 20 - 1000 °C-ig

Vizsgálati atmoszféra: levegő (statikus)

A vizsgálat során a derivatográf egyidejűleg méri és regisztrálja az anyagminta hőtartalom-változását (DTA), tömegváltozását (TG) és a tömegváltozás sebességét (DTG). A regisztrátumot (derivatogramot) értékelve lehet következtetni az emelkedő hőmérséklet hatására lezajlott fizikai-kémiai átalakulásokról, azok hőeffektusaira.

Vizsgálati eredmények, értékelés (táblázatosan)

Szilárd anyagok:

Sor-szám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)	Tűzvesz. osztály	Égéshő (MJ/kg)
I. Húsipar:				
1.	Csont	400	"D"	8,28
2.	Disznósajt	365	"D"	12,45
3.	Étkezési tepertő	340	"D"	36,48
4.	Fagyasztott tömbhús	420	"D"	nem mérhető*
5.	Felvágott (párizsi)	355	"D"	12,18
6.	Felvágott (veronai)	359	"D"	13,44
7.	Főzőkolbász	362	"D"	14,45
8.	Fűrészpor	325	"D"	16,24
9.	Füstkátrány	390	"D"	18,70
10.	Hurka (véres)	375	"D"	12,46
11.	Hús (csont nélküli)	385	"D"	nem mérhető*
12.	Ipari faggyú	330	"D"	37,72
13.	Kenőmájás	355	"D"	14,35
14.	Kolbász (gyulai)	341	"D"	24,81
15.	Sertés köröm	362	"D"	21,48
16.	Műbél	402	"D"	17,06
17.	Birka nyersbőr	382	"D"	16,83
18.	Marha nyersbőr	400	"D"	10,70
19.	Sertés nyersbőr	360	"D"	22,86
20.	Marha pata	402	"D"	15,43
21.	Protein	355	"D"	10,61
22.	Szalonna	330	"D"	36,93
23.	Sertés szőr	415	"D"	21,88
24.	Téliszalámi	337	"D"	26,23
25.	Vegyes állati fehérje	365	"D"	18,95

II. Szesz- és édesipar:				
26.	Burgonyakeményítő	367	"D"	14,70
27.	Búzakeményítő	386	"D"	15,22
28.	Kukoricakeményítő	382	"D"	15,54
29.	Dextrin	363	"D"	16,12
30.	Élesztő (tömb)	490	"D"	nem mérhető*
31.	Takarmányélesztő	460	"D"	17,97
32.	Glutin	340	"D"	22,16
33.	Kukorica csíra	345	"D"	29,62
34.	Kukorica glutein	335	"D"	21,86
35.	Kukorica pellett (takarmány)	414	"D"	18,53

a minták a vizsgálat során nem égnek el, így égéshőjük nem határozható meg!

Sor- szám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladás- hőmérséklet (°C)	Tűzveszélyességi osztály ("jelzése")	Égéshő (MJ/kg)
III. Konzervipar:				
36.	Gyümölcshéj (vegyes)	449	"D"	15,71
37.	Gyümölcsmag (vegyes)	358	"D"	16,99
IV. Cukoripar:				
38.	Kristálycukor	345	"D"	16,73
39.	Szárított répaszelet	440	"D"	16,43
V. Tejipar:				
40.	Tejpor	503	"D"	17,19
41.	Óvári sajt	353	"D"	16,90
42.	Eidami sajt	356	"D"	18,30
VI. Egyéb:				
43.	Búzaliszt	464	"D"	16,60
44.	Takarmány kukorica	392	"D"	17,02
45.	Karbamid (műtrágya)	-	"D"*	-
46.	Ammónium-foszfát (műtrágya)	-	"D"*	-
47.	Kálium-klorid (műtrágya)	-	"E"	-
48.	Szuperfoszfát (műtrágya)	-	"E"	-
49.	Alacs. nyom. polietilén rekeszanyag	372	"D"	46,501

"D"* Magas hőmérsékleten a levegővel robbanóképes elegyet alkotó ammónia gáz jelenlétére kell számítani.

46,501 Irodalmi adat

Folyadékok:

Sor- szám	Vizsgálati minta megnevezése	Lobbanáspont (°C)		Tűzvesz. osztály	Égéshő (MJ/kg)
		Tlpnyt	Tlpzt		
1.	Ipari zsír	298	180	"D"	39,16
2.	Szeszcefre	90 °C-nál forr, kifut a vizsgáló tégelyből	55	"D"***	nem mérhető ***
3.	Szeszmoslék	100 °C-nál eloltja a vizsgáló lángot	90 °C-nál forr, eloltja a vizsgáló lángot	"E"	nem mérhető ***
4.	Vizes ammónia oldat	85 °C-nál forr, eloltja a vizsgáló lángot	52 °C-nál eloltja a vizsgáló lángot	"D"***	nem mérhető ***
5.	Formaldehid (tömény)	90	50	"C"	8,90
6.	Formaldehid 75 % + víz 25 %	98	58	"C"	6,50
7.	Formaldehid 50 % + víz 50 %	98	63	"C"	nem mérhető ***
8.	Formaldehid 25 % + víz 75 %	98 °C-nál forr, eloltja a vizsgáló lángot	64	"D"	nem mérhető ***
9.	Izocukor	-	-	"E"	11,29

* besorolás az OTSZ 3. §-ában foglalt kritériumok alapján; megjegyezvén, hogy a besorolás

az üzemi hőmérséklettől függően változhat, ehhez irányadók az MSZ 9790-85 szabvány

előírásai

** magas hőmérséklet hatására gyulladóképes gőzök lépnek ki az anyagból

*** a minták a vizsgálat során nem égnek el, így égéshőjük nem határozható meg.

Mezőgazdasági termények, alapanyagok és késztermékek, gyulladási hőmérséklete

(a MŰKI mérési eredményei alapján 1975)

Sorszám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)
1.	Árpa	400
2.	Búza	360
3.	Búzadara	420
4.	Búzakorpa	375
5.	Földi dió	400
6.	Gyapotmag dara	405
7.	Hántolt sárgaborsó	345
8.	Hántolt zöldborsó	345
9.	Húsliszt	340
10.	Kukorica	395
11.	Korpa	355
12.	Lucernaliszt	360
13.	Napraforgó	345
14.	Napraforgó dara	410
15.	Premix IV.	410
16.	Hántolatlan rizs	390
17.	Fényezetlen "B" rizs	420
18.	Rizsliszt	330
19.	Rozs	370
20.	Sárgaborsó	350
21.	Sárgaborsó korpa	375
22.	Szója	400
23.	Takarmányélesztő	360
24.	Takarmány rizspor	320
25.	Tejpor	470
26.	Zab	340
27.	Zöldborsó	330
28.	Zöldborsó korpa	335

Növényolajipari és Mosószergyártó Vállalat adatai

(különböző kutatóintézetek összesített adatai)

Sor-szám	Vizsgálati minta megnevezése	Gyulladási hőmérséklet (°C)	Lobbanáspont (°C)		Tűzvesz. osztály
			Tlpynt Marco-uson	Tlpynt Pensky-Martens	
1.	Napraforgó olajok (préselt)	361	312	229	"D"
2.	Repceolaj		328		"D"
3.	Szójaolaj		326		"D"
4.	Lenolaj		326		"D"
5.	Kókuszolaj (neutrális)	342	299	240	"D"
6.	Ipari zsírsav (desztillált)		200		"D"
7.	Vegyes zsírsav (desztillált)		196		"D"
8.	Napraforgó zsírsav (desztillált)		202		"D"
9.	Goudron zsírsav		190		"D"
10.	Glicerin		176		"D"
11.	Lenolaj	358	326		"D"
12.	Repceolaj	362	328		"D"
13.	Szójaolaj	362	326		"D"
14.	Benzin mentes napraforgó-dara	580			"D"
15.	Benzin mentes repcedara	610			"D"
16.	Benzinmentes szójadara	650			"D"

Megjegyzés: A benzintartalmú és kiszáradt darapороk berobbanhatnak! - feltételei külön szakvéleményben (szabványtár, illetve Növényolajgyár) található.

Kriminalisztikai fényképfelvételek fajtái

Az elkészítendő képek helyes sorrendjének meghatározásában játszanak jelentős szerepet a kriminalisztikai fényképfelvételi fajták, melyek a következők:

- **környezeti,**
- **áttekintő,**
- **csomóponti és**
- **részlet felvételek.**

Egy adott helyszín szemléje során készített fényképfelvételek csoportosítását a **választott téma szerinti elkülönülés** indokolja. A részlet felvételek kivételével elkészítésükre általában a szemle statikus szakaszában kerül sor.

Környezeti felvételek

A környezeti fényképfelvételi fajták feladata a helyszín környezetének bemutatása. Láttatni kell, hogy adott helyszín az őt körülvevő térben hol helyezkedik el, melyek lehetnek az elkövető közelítési, távozási útvonalai, az esetleges közlekedési eszközök (gépjárművek, bicikli, villamos-, buszmegálló, vonattállomások, buszpályaudvarok stb.) igénybevételének lehetőségei, valamint itt történik a helyszín „kívülről” történő bemutatása. Be kell határolni, meg kell mutatni magának a helyszínek a kiterjedését is.



*Környezeti felvétel.
Feladata a helyszín környezetének bemutatása.*

A környezeti fényképfelvétel készítésére általában a helyszíni szemle első szakaszában kerül sor. Legtöbbször szabadban, külső helyeken készülnek és rendszerint nagy terület bemutatásáról van szó. Sok esetben valamely kiemelkedő helyről (dombról, erkélyről, háztetőről stb.) érdemes a felvételeket elkészíteni. Nagy terület rögzítése legtöbbször panoráma felvételek készítésével oldható meg. A környezeti fényképfelvételek készítése kötött a nappali időszakhoz, a jó megvilágítási körülményekhez, mert környezeti felvételt csak napfény segítségével, megfelelő látási viszonyok mellett lehetséges készíteni. Ezért éjszakai helyszíni szemlék után tanácsos másnap reggel a környezeti felvételeket elkészíteni. Törekedjünk arra, hogy a Napnak háttal készüljenek el a felvételek. Ha ez mégsem lehetséges, el kell kerülni, hogy a nap közvetlenül rásüssön az objektív lencséjére. Ennek érdekében az objektív tetejére fényellenzőt kell helyezni, vagy az objektívet kézzel, illetőleg valamilyen tárggyal árnyékolni úgy, hogy az árnyékoló tárgy ne zavarja a képmezőt, azaz ne lógjon bele a képkihívásba.

Áttekintő felvételek

Az áttekintő felvételek feladata, hogy közvetlenül magát a helyszínt, annak minden részletét mutassák be anélkül, hogy külön kiemelnék annak bizonyos részleteit. Nagyon fontos, hogy az akár első látásra érdektelennek ítélt területek, tereptárgyak se maradjanak le a fényképfelvételekről. Itt történik a konkrét helyszín egészének, és minden részének lefényképezése.



Áttekintő felvétel.

Feladata a helyszín minden részletének bemutatása anélkül, hogy kiemelnék annak egyes részleteit

A cél, hogy a fényképek megmutassák a helyszín feltaláláskori állapotát. Általában a környezeti felvételek után kerül sor elkészítésükre. Nagyon gyakran kerül sor a zárt helyszínen mesterséges fény alkalmazására. A jó képminőség érdekében nem elegendhetünk meg a vaku biztosította koncentrált megvilágítással, mert ez szűrt fényt nem biztosít. Az áttekintő fényképfelvételek készítésénél nagy jelentőségű a fényképezőgép beállítása. Rossz beállítás esetén a kép szélére kerülhetnek olyan helyszínrészek, területek, amelyeknek jelentőségük folytán közepén kellene lenniük. Emiatt a fényképezőgép beállítását meg kell tervezni, a képkihívást meg kell tervezni. Ezen túlmenően általános szabály, hogy a torzítások elkerülése érdekében a fényképezőgép optikai tengelye lehetőleg merőleges legyen a fényképezendő felületre. Természetesen megtörténhet, hogy adott helyszín perspektivikusan, „felülről” – azaz a fényképezőgép objektívének a tengelye hegyesszöget zár be a talajjal – kerül bemutatásra. Ebben az esetben a fontosabb cél ellensúlyozza a torzítások okozta pontatlanságokat.

Csomóponti felvételek

Az áttekintő felvételeket követő fényképezési feladatok keretében kerül sor a csomóponti felvételek elkészítésére. Ennek során kerülnek rögzítésre a helyszín azon területei, ahol a nyomozás, felderítés, bizonyítás szempontjából releváns, különös jelentőséggel bíró események közvetlenül lezajlottak. (Pl. a helyszínre történő behatolás helye, a távozás helye, az elkövető helyszíni mozgásának területei, holttest és környezetének bemutatása, nyomok, anyagmaradványok, tárgyak, eszközök feltalálási helyei.) Le kell szögezni, hogy egy felvétel soha nem elég. Az adott területet több oldalról, több szögből kell lefényképezni annak érdekében, hogy a csomóponti területen lévő tárgyak egymást a felvételeken ne takarják, és minden releváns elváltozás látható legyen. Nevéből is adódóan a csomóponti felvételek esetében a fényképezendő objektum kerül a képkihívás, középpontjába, „súlypontjába”. Így rögzítésre kerül a tárgy maga, valamint annak szűkebb környezete is.



Csomóponti felvételek

Feladata: A helyszín egyes releváns részleteinek kiemelése.

Részlet felvételek

A helyszíni szemle dinamikus szakaszában, a részletfelvételek alkalmazásakor nyílik lehetőség a konkrét anyagi elváltozások (ujjnyom, lábnyom, vér, elemi szál stb.), valamint a holttestek és azok sérülései, tárgyak, eszközök, iratok optikai rögzítésére. Részletfelvételnek nevezzük az adott objektumról méretarányosan készített, annak releváns tulajdonságait jellemzőit megmutató fényképfelvételeket. A cél, hogy a téma részletei a lehető legnagyobb felbontásban, részletgazdagságban vizsgálható módon kerüljenek rögzítésre. Ez úgy érhető el, hogy a megválasztott képkivágásban a releváns tárgy a legnagyobb mértékben töltsse ki a rendelkezésre álló képméretet.



Részlet felvétel:

Feladata a releváns részlet legteljesebb bemutatása.

Részletfelvételek esetében lehetővé válik olyan körülmények lefényképezése, amelyek csak a helyszínen rögzíthetők. Például olyan tárgyak, amelyek a helyszínről a talált állapotban nem szállíthatók el. Természetesen abban az esetben is szükséges részletfelvételt készíteni, ha a tárgy elszállítható (pl.: vizsgálatra) mert egyrészt lényeges lehet az eredeti helyzete, másrészt szállítás közben elváltozás jöhet rajta létre. A részletfelvételek kisebb területet fognak át, mint a többi kriminalisztikai fényképfelvételi fajta. Ezért gondosan kell ügyelni a tárgyak árnyékmentes megvilágításának biztosítására, nyomok fényképezésénél pedig a célnak legjobban megfelelő árnyékképződésre. Látható, hogy a helyszíni fényképezés során az általánostól az egyedi felé haladva történik adott terület bemutatása és a tárgyi bizonyítási eszközök optikai úton történő rögzítése. Ezáltal válik lehetővé, hogy olyan személy számára is, aki adott helyszínen nem volt jelen, vizuálissá, élővé, elképzelhetővé váljon adott cselekmény környezete, színhelye.

Kriminalisztikai fényképfelvételei módszerek

A kriminalisztikai fényképfelvételi fajták elkészítéséhez nyújtanak segítséget a kriminalisztikai fényképfelvételi módszerek (eljárások). Ezek a következők:

- panoráma,
- találkozási,
- keresztező
- léptékes,
- egyedi,
- makró és
- mikró felvételek.

Panoráma felvételek

Panoráma felvételeknek nevezzük azt a bűnügyi-fényképezési eljárást, amikor a fényképezendő tárgyról néhány felvételt készítünk, majd ezeket a felvételeket a pozitív eljárás során egy képpé dolgozzuk össze. A felvételeket legjobb normál objektív segítségével készíteni, mert a széles látószögű objektív igen lecsökkenti a tárgyaknak a filmkockán lévő méreteit, emellett sokkal nagyobb torzítás észlelhető a képek szélein, és ez az összeillesztésnél zavaróan hat. Viszont ritka esetben előfordul, hogy teleobjektív segítségével kell környezeti felvételt, panoráma felvételt készíteni (pl. folyópártot, hidat fényképezve). A panoráma felvételek két csoportra oszthatóak. Egyik csoportjukat a körpanoráma, másikat a vonalpanoráma felvételek alkotják.

A körpanoráma felvételek esetén a fényképezőgép egy függőleges tengely körül, vízszintes elhelyezkedve, körbeforogva készít felvételeket. Ezekben az esetekben arra kell ügyelni, hogy az elkészített felvételek „fedjék” egymást, azaz amely tereptárgy az egyik felvétel jobb, illetve bal oldalán látszódik, az a következő felvétel bal, illetve jobb oldalán is megőrkítésre kerüljön. (Az átfedéseknek, azaz a „kétszer fényképezett zónának”, nem kell nagy területnek lennie, de az átfedés mindenképp jól dokumentálható legyen.) A képkidolgozás után az elkészült képek a megfelelő vágás után egymás mellé illeszthetők. Fényképezés közben szükséges a fényképezőállvány használata, hogy segítségével elkerülhető legyen a különböző magasságokból történő fényképezés vagy a fényképezőgép dőlésszögének esetleges megváltozásából eredő hiba, mely a későbbiekben az elkészült képek összeillesztésénél gondot okoz. A fényképezőgép körberfogatásakor tekintetbe kell venni a fényviszonyok esetleges változását is. Előfordulhat, hogy egyszer a fényforrásnak háttal, egyszer a fényforrással szemben kell a felvételeket elkészíteni, illetve a fény jobbról, illetve balról is megvilágíthatja a rögzíteni kívánt fotótémát. Ezekben az esetekben a beállítások módosítására van szükség.



Körpanoráma felvétel

A körpanoráma felvételek készítésekor változhat a tárgyátvolság is, emiatt szükség lehet az élességállítás megfelelő korrekciójára. Amennyiben a fényképfelvételek nem a teljes 360°-ot fedik le, csak annak egy szeletét, **körcikk panoráma** felvételekről beszélünk. Ennek mérete nincs meghatározva, állhat akár három fényképből is, ami számít, az a fényképfelvételek elkészítésének és összeillesztésének a technikája. Itt igazodni kell a körpanoráma felvételeknél ismertett szabályokhoz. A kör- és körcikk panoráma felvételeket a gyakorlatban elsősorban környezeti és áttekintő felvételek elkészítésekor alkalmazzák. Lakott

területen (falun, városban) levő helyszíneknél, ahol a körpanoráma felvételek készítése sokszor nehézségekbe ütközik (kivételek lehetnek ez alól pl. a parkok, terek és a város külterületei) a vonalas panoráma felvételek célszerűbbek.

Vonalpanoráma felvételek készítése esetén a fényképezőgépek egy adott felület előtt, attól mindig azonos távolságban, vízszintesen kell mozognia. Ezek a felvételek fényképezőállvány használatával viszonylag egyszerűen teljesíthetők. Hasonlóan a vonalpanoráma felvételekhez, itt is ügyelni kell a fényképek közti átfedésekre. A vonalas, lineáris panoráma felvételek készülhetnek nemcsak a fényképezőgép optikai tengelyének vízszintes helyzetében, hanem függőleges helyzetben is (pl. lábnymocsapás fényképezése). Egyenletesen megvilágított felület esetén a felvételeket azonos beállítások mellett célszerű elkészíteni. Alkalmazható környezeti, áttekintő és csomóponti (pl.: falfirkálások, gépjármű gumibroncsának nyoma) felvételek készítése esetén.

Ha panoráma felvétel nem készíthető, különösen nagy hasznát vesszük a széles látószögű objektívünknek, mert ennek segítségével nagyobb területeket foghatunk át és nem kell nagyon eltávolodni a fényképezendő objektumtól. Például az utca mindkét irányában egy-egy felvételt készíteni.

Találkozási felvételek

Találkozási felvételek esetében két fénykép készül úgy, hogy az elkészített felvétel után az objektív optikai tengelyének vonalában maradván szemből is készül egy felvétel. Azaz a két felvétel esetében a fényképezőgépek optikai tengelyei azonos egyenesen helyezkednek el. Célja, hogy a különböző helyiségeket, tárgyakat, területeket szemléletesen, minden részletében mutassa be. (Pl.: adott szoba két szemközti sarkából készített felvétel.)



Találkozási felvételek

Itt is ügyelni kell a felvételek készítésekor az átfedésekre, hogy a kiválasztott téma egyetlen részlete se maradjon le a fényképekről. Áttekintő, csomóponti és részlet felvételek esetében alkalmazható.

Keresztező felvételek

Keresztező felvételek esetében a különböző irányból készített felvételek során az azonos magasságban elhelyezkedő fényképezőgépek optikai tengelyei egy adott szöget zárnak be. Ezt úgy kell elképzelni, hogy a fényképfelvételek készítésekor a fényképezőgépek egy képzeletbeli téglalap sarkain helyezkednek el, és az objektívek tengelyei az átlókon helyezkednek el. Ez minimum kettő, maximum négy felvétel elkészítését jelenti. A módszer célja ugyanaz, mint a találkozási felvételek esetében, az optikai úton rögzíteni kívánt objektum szemléletes, többirányú bemutatása. (Pl.: személygépkocsi négy oldalának fényképezése esetén.) A találkozási felvételekhez hasonlóan szintén az áttekintő, csomóponti és részlet felvételek esetében alkalmazható.



Keresztező felvételek (4db.)
A vödör mind a 4.felvételen látható

Léptékes felvételek

A **léptékes** felvétel célja, hogy az elkészített fényképfelvételeken utólag méréseket lehessen végezni, azaz megállapítható legyen a rögzített fotótéma mérete. Ezért, értelemszerűen a fényképezendő téma nagyságához igazodva, hiteles mérce - mérőszalag, milliméter beosztású mérce, vonalzó, deciméter beosztású mérőrúd stb. – alkalmazása szükséges. Legcélszerűbb szürke színű mércét használni. A hiteles mércét a torzulások és az élettenségek elkerülése érdekében a fényképezendő tárgy síkjában kell elhelyezni, azaz a fényképezendő felület, a mérőléc és a fényképezőgépben a film síkja egymáshoz képest párhuzamosan álljanak.



Léptékes felvétel

Az így elkészített fényképen a tárgy mellett látszik a léptékes mérőeszköz képe, és amilyen mértékben kisebbedett a tárgy vagy a nyom képe, olyan mértékben kisebbedett a „centiméter” is. A fényképről a tárgy valóságos méretei meghatározhatók a fényképen lévő mérőléc képaránya segítségével. A mérőléc lehetőleg

milliméter beosztású legyen. Nagy kiterjedésű objektumok léptékes fényképezésére hosszabb, nagyobb egységeket külön jelző mérőléceket kell készíteni. Mérőléceket a tárgynak azzal a felületével illesztik egybe, amelyek határai a legélesebbek, méretei pedig a vizsgálat szempontjából a legfontosabbak. Léptékes felvételek készítésére a gyakorlatban gyakran kerül sor. (PL: vonalpanoráma módszerrel kombinálva lábnymocsapások fényképezése, vagy adott esetben falfirkák, feliratok fényképezése esetén.) Ritkán az áttekintő, gyakrabban a csomóponti, esetleg a részlet felvételek során alkalmazható.

Egyedi felvételek

Az **egyedi** felvételek esetében kerül sor a konkrét személyek (holttestek), illetve az azokon található elváltozások, valamint az egyéb nyomok, anyagmaradványok, tárgyak, eszközök méretarányos optikai rögzítésére. Itt nyílik lehetőség az adott objektumnak és szűkebb környezetének bemutatására. Ezekben az esetekben a rögzítés módjából adódóan mindig legalább két felvételt kell készíteni.



Egyedi felvétel I. (a képen az 1-es szám jelöli a fészítővas helyét)

Az első felvétel mutatja meg, hogy a fényképezni kívánt releváns téma a térben hol helyezkedik el, és más tereptárgyakhoz viszonyítva milyen a helyzete. E szűkebb környezet bemutatása - a témával a középpontban - elengedhetetlen.



Egyedi felvétel II. (a fészítővas részlet fényképe)

A második fénykép rögzíti – a kriminalisztikai szabályok betartásával - a valójában megmutatni kívánt témát, természetesen hiteles mérce alkalmazásával. (Az egyedi felvételeket a léptékes felvételektől

többnyire a fotótéma megválasztása különbözteti meg, de a két felvételi módszer között határozott választóvonal nem húzható.) Alapvetően a csomóponti és a részlet felvételek készítése esetében alkalmazott módszer. Közel fényképezéssel biztosítani tudjuk kiegészítő felszerelések igénybevételével, hogy a fényképezési távolságot kívánság szerint csökkenthessük. Így elérhetjük, hogy a filmkockát teljesen betöltse a lefényképezett tárgy, nyom képe.

Makró felvételek

Amikor a kiválasztott fotótéma képe 1:1 vagy ennél nagyobb arányban jelenik meg a fényérzékeny negatívon, **makró** fényképezésről beszélünk, azaz a választott téma „nagyítva” kerül rögzítésre, így a rögzített objektum valóságbeli mérete, illetve a valóságnál nagyobb mérete látható a fényérzékeny anyagon.

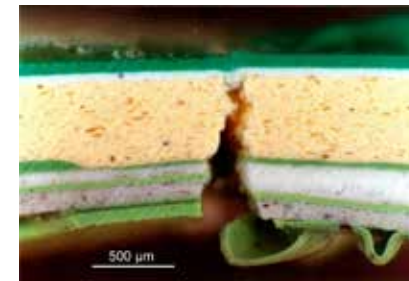


Makró felvétel

A gyakorlati munka során a szabad szemmel még látható, kisméretű tárgyak fényképezésekor és a szakértői területen nagyon gyakran alkalmazott módszer. Ujjnyomokat például makró módszer segítségével kell fényképezni. A felvételek elkészítése során ezekben az esetekben az esetekben közgyűrű, speciális makroobjektív, harmonikás berendezés esetleg elótétlencse használatára kerül sor.

Mikró felvételek

Mikró felvételek készítéséhez mikroszkóp használata szükséges. A szabad szemmel nem látható objektumok, elváltozások optikai rögzítésekor, laborkörülmények között alkalmazott módszer.



Mikró felvétel

Mivel a digitális fényképezőgépek objektívjének átmérője rendszerint kisebb, mint a hagyományos fényképezőgépek esetében, ezért azt a mikroszkóp keresőjéhez illesztve könnyedén lehet mikró fotókat készíteni.



„Egy szakkönyvet tart a kezében, amely a tűzvizsgálattal foglalkozók, illetve a téma iránt érdeklődők részére készült.

Célunk az volt, hogy a jelenleg rendelkezésre álló empirikus és tudományos módszerek segítségével feltérképezzük a lehetséges gyújtóforrásokat, tűzkeletkezési okokat. Majd ezeket a.....”

