

DR. BALOGH IMRE EMLÉKPÁLYÁZAT

**TALAJSZINT ALATTI ÉPÍTMÉNYEK, HELYISÉGEK
FELDERÍTÉSE HŐKAMERA ALKALMAZÁSÁVAL.
A BEAVATKOZÁS HATÉKONYSÁGÁNAK FEJLESZTÉSI
LEHETŐSÉGEI**

Jelige: „hőkamera”

2019.

DR. BALOGH IMRE EMLÉKPÁLYÁZAT

**TALAJSZINT ALATTI ÉPÍTMÉNYEK, HELYISÉGEK
FELDERÍTÉSE HŐKAMERA ALKALMAZÁSÁVAL.
A BEAVATKOZÁS HATÉKONYSÁGÁNAK FEJLESZTÉSI
LEHETŐSÉGEI**

Pályamű

2019

Tartalom

Bevezető	3
Talajszint alatti helyiségek, fogalma, jellemző veszélyei.....	4
Talajszint alatti helyiségek meghatározása	4
Talajszint alatti helyiségek típusai, funkciói, jellemzői	5
Kialakítása, használat szerinti csoportosítása	5
Tűzesetek talajszint alatti létesítményekben.....	7
Talajszint alatti tüzek keletkezési okai	7
Talajszint alatti tüzek veszélyei	9
A beavatkozást nehezítő körülmények	13
A talajszint alatti tüzek felderítését szolgáló eszközök.....	13
Kutatási módszereim, célok ismertetése kiemelten a hőkamera tekintetében	16
Hőkamera általános ismertetése.....	17
A kísérlet gyakorlati tájékozódás hideg füstben, hőkamerával.....	22
Gyakorlati tájékozódás meleg füstben, gőzök gázok jelenlétében, hőkamerával.....	28
Kísérletek konzekvenciája.....	34
Talajszint alatti környezetében történő beavatkozások	35
A bevetendő egység felkészítése, javaslatok, újítások.....	35
Összefoglalás	37

Bevezető

Az elmúlt években hazánk építészeti struktúrája igen megváltozott. A zsúfolt városokban a helyhiány egyre nagyobb problémát okoz. A szabad területek száma csökken a belvárosokban, az egykori zöld területeken mára már bevásárlóközpont, irodaház, vagy lakópark található. A beépített területek mentén, a parkolás lehetősége nehezedett. A probléma megoldása érdekében elindult a talajszint alatti terek kihasználása, az új építésű mélygarázsok, épület alatti parkolók, talajszint alatti terek kialakítása. Az új építésű épületeknél egyre többször találkozhatunk ilyen megoldással, hogy az alapterület mértéke miatt lefelé is építkeznek. A talajszint alatti épületek, helyiségek tüzei az egyik legnagyobb kihívás a felszámolásban résztvevő tűzoltók számára. A változások nagyobb kihívást okoznak a megelőzés, beavatkozás terén. Felszerelésem óta folyamatosan furdalt a gondolat, hogyan lehetne fejleszteni az ilyen jellegű káreseteknél a felderítést, a bajba jutott személyek mentését, a beavatkozás hatékonyságát. Az ilyen típusú tüzek rendkívül nagy kockázatot jelenthetnek nem csak a bent lévő, hanem a mentést oltást végző tűzoltók számára is. Manapság nem idegen dolog, hogy a rendvédelmi szervek fejlett technikai eszközöket használnak a hatékony munkavégzés céljából. A legtöbb tűzoltóságon már találkozhatunk erre a célra kifejlesztett kézi hőkamerákkal, melyeket, ha készség szintjén tudunk használni, nagyban segítheti munkánkat. Ezért is fontos, hogy bővítsük tapasztalatunkat ezen a téren.

Talajszint alatti helyiségek, fogalma, jellemző veszélyei

Talajszint alatti helyiségek meghatározása

A talajszint alatti helyiségek, építmények meghatározása alatt egy jogszabályban előírt hossz mértékegység alá eső, a rendezett talajszinttől számolva, attól eltérően a talaj irányába épített szilárd oldalfalakkal és födémrel körülhatárolt épületről, épületegységről beszélünk.

„Terepszint alatti építmény olyan, szerkezetileg önálló építmény, amely földdel fedve is - a bejárat felőli oldal kivételével - legfeljebb 1,0 m-rel emelkedik ki a környező (szomszédos) és a csatlakozó terepszintből, és legfeljebb bejárati vagy tereplejtő felőli homlokzatfelülete van, és legfeljebb a tereplejtő felőli és az olyan oldalhomlokzati felületrésze kerül a terepszint fölé, amelyhez a terepbevágásban közvetlenül kerti szabadlépcső vagy lejtő csatlakozik (pl. pince, támfalgarázs).” [1]:1

„Pinceszint olyan építményszint amelynek padlószintje az építmény szintterülete több mint 20%-ában kerül 0,70 m-nél mélyebbre a csatlakozó rendezett terepszint alá.” [1]:3



1. ábra: Modern építésű társasház alagsora

„Alagsor olyan építményszint, amelynek padlósintje az építmény szintterülete legfeljebb 20%-ában kerül 0,70 m-nél mélyebbre a csatlakozó rendezett terepszint alá. Alagsori helyiség, helyiségcsoport: amelynek a padlósintje bárhol legfeljebb 0,70 m-rel kerül a terepcsatlakozás alá.”[1]:2

Talajszint alatti helyiségek típusai, funkciói, jellemzői

Kialakítása, használat szerinti csoportosítása

Az ilyen típusú építmények általában lakóépületek, társasházak, közintézmények, ipari létesítményekké kerülnek kialakításra az építés során. A családi házak alatt található az úgynevezett szuterén, míg a társasházak esetében a lakótérhez vagy a lakásokhoz tartozó kisebb tárolók, esetleg egy vagy kétszemélyes gépjárműtároló. A belvárosok tekintetében a talajszint alatti építmények teremgarázs, illetve különálló mélygarázs funkciót látnak el. A közösségi és közcélú intézményeknek, oktatási és sportintézményeknek, gyógy és rehabilitációs intézményeknek, közfeladatot ellátó létesítményeknek a talajszint alatti helyiségeik általában közműalagutak, különböző raktárak, esetenként irattárak lehetnek. Található még belvárosi vendéglátó egységeknek, pincészeteknek is földalatti kisebb- nagyobb helyiségei. Közlekedési eszközök vonatkozásában a kötöttpályás járművek közül a metró alagutak és a hozzájuk kapcsolódó állomások és kiszolgáló építményeik találhatóak talajszint alatt. Ipari létesítmények esetében talajszint alatt az árufeltöltést biztosító helyiségek, alapanyag vagy késztermékraktárak találhatóak, de nem egy esetben találkozhatunk kutató központtal is, mely a talajszint alatt került kialakítása. A funkcióknál még meg kell említeni a védelmi célú építményeket, az irányító-koordináló központokat, mint a Budapesti Rendőr Főkapitányság ügyelete.

Kivitelezésük szerint léteznek egy vagy többszintes formában, azonban a többszintes kialakítással legtöbbször csak a társasházi, közösségi és közcélú

intézmények vagy ipari kiviteleknel találkozhatunk. A használatban lévő épületek létesítmények tekintetében jogszabály írja elő a tűzveszélyességi fokozatban meghatározottak alapján a védelmi szintet, azonban vannak olyan helyzetek, amikor még egy nem működő éppen épülő, esetleg romos vagy bontás alatt álló épületben keletkezik a tűz. Az ilyen esetekben nem számíthatunk az előírt védelmi szintben meghatározottakra, ezáltal az előírt tűzvédelmi berendezés vagy berendezések működőképességére.

Nagyon fontos tényező még az alapterület. Megfigyelhető, hogy míg a családi házak alá épített helyiségek nem túl részletes, viszonylag egyszerűbb kivitelűek, ezzel ellentétben, egy társasház alagsori helyiségei már sokkal nagyobb, bonyolultabb kialakításúak. Az ipari létesítményekre is a nagyobb alapterület a jellemző, ahol többek között anyagtárolást végeznek, azonban itt is találkozhatunk bonyolultabb kialakítással, mint például talajszint alatti közműalagút rendszerrel.



2. ábra: Közműalagút a pécsi erőműben



3. ábra: Pécs kertvárosában társasház alatti mélygarázs

Tűzesetek talajszint alatti létesítményekben

Talajszint alatti tüzek keletkezési okai

A tűzestek keletkezési okai statisztika alapján legtöbbször az emberi gondatlanságra vezethetőek vissza. Ezeknél a tüzeseteknél kevésbé találkozunk szándékos tűzokozással, mint keletkezési okkal. Az emberi gondatlanságnak számos esetével találkoztam már a munkám végzése során. A berendezések, gépek, hálózatok időszakos felülvizsgálata, karbantartásának hiánya okozhat hibát, de sokszor találkozhatunk tárolási szabályok figyelmen kívül hagyása miatt történt tüzesetekkel. A leggyakoribb keletkezési okok közé sorolható az elektromos energia.

„Napjainkban, a legszélesebb körben elterjedt, legváltozatosabb módon hasznosított energiahordozó az elektromos energia. Elmondható, hogy az ipari alkalmazásokon kívül gyakorlatilag majdnem minden háztartásban többféle célra, számos elektromos eszközt, berendezést használnak országszerte. Nem

csoda hát, ha az egyik leggyakrabban előforduló keletkezési ok az elektromos energia”. [2]

Az elektromos hálózatok azonban számos kockázatot rejtenek, ha nem a kellő módon vannak tervezve, kivitelezve, időszakosan felülvizsgálva. A hálózat túlterhelése gyakran vezet tűz kialakulásához.

Az esetek egyes típusai

Az elektromos kábelek túlterhelése, a nem megfelelően tervezett és kialakított hálózat, vagy a biztonsági berendezések szándékos vagy gondatlan áthidalása, kiiktatása jelentős kockázatot hordoznak.

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.”[2]

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 potenciálpárhoz, azaz egy másik potenciál-különbséggel rendelkező áramköri ponthoz”. [2]

Elektromos szikra

„Az elektromos szikra a gyakorlatban villamos ívet takar. Az „elektromos szikrát” mint jelenséget több irányból is meg lehet közelíteni (pl. statikus feltöltődés, stb.). A mi esetünkben ez a kifejezés; – a villamos áram mechanikus kapcsolására szolgáló különböző eszközök; kapcsolók, jelfogók, (relék), kontaktotok, stb. ki - és bekapcsoláskor létrejövő, – továbbá szénkefés és más

csúszóérintkezős motorok, vagy egyéb eszközök, berendezések érintkezői között keletkező villamos ívet jelenti". [2]

Számos esetben találkozhatunk gázhálózatok, továbbá felhasznált vagy tárolt gázpalack által okozott tűzzel, esetleg robbanással.

Az ilyen típusú tüzek okozója legtöbb esetben a rendszerben fellépő hiba, anyagfáradás, rongálás, gázüzemű gépjármű illegális töltése, melyek következtében a környező légtérben a robbanáshoz szükséges gáz-levegő elegy ki tud alakulni, majd megfelelő gyújtóforrás következtében a folyamat egy kinetikus égés keretében zajlik le. Ezt a folyamatot nevezzük kémiai robbanásnak.

Kémiai robbanás

„Kémiai robbanás egy rendkívül gyorsan lezajló égési folyamat, amelynek során az anyag kémiai bomláson megy keresztül. A normál értelemben vett esetek alkalmával (nem robbanó - és pirotechnikai anyagok) különböző szerkezeti minőségű, és halmazállapotú anyagok; – gázok, – gőzök, – permetek, – porok, – vagy ezek hibrid keverékei a környezeti levegővel keveredve alkotnak robbanóképes elegyet.”[2]

Talajszint alatti tüzek veszélyei

A talajszint alatti tüzeknél történő beavatkozás az egyik legnagyobb kihívás a tűzoltásban résztvevők számára. A megközelítésüket sok esetben az elhelyezkedésük teszik bonyolulttá. A talajszint alatti helyiségek korábban már említett bonyolult kialakításuk, labirintusos szerkezetük nagyban megnehezítik a tájékozódást. További nehezítő körülmény a helyismeret hiánya a felderítés során.

Tűz miatt adódó veszélyforrások

A tűz következtében felszabaduló energia a hő és füstelvezető hiányában nem vagy csak nehezen tudnak távozni a tűzzel közvetlenül vagy közvetve érintett helyiségekből. A bent lévő hősugárzást a falak és a födém átveszi, majd visszasugározzák a térbe. Ez a hőhatás nagy megterhelést jelent a beavatkozók számára. Tapasztalatom alapján még a kiváló kondícióban lévő tűzoltók szervezetére is rendkívül megterhelően hat a beavatkozás során kialakult extrém hőhatás. A megterhelt állapot során a szervezet rendkívül gyorsan kimerül, ezáltal a légzőkészülékből rendelkezésre álló levegőt gyorsabban elfogyasztja a kimerült szervezet. A zárt terekbe való behatolásakor a nyílászárók nyitásával friss levegőt juttatunk az adott helyiségbe, melynek következtében az égéshez szükséges oxigén bejut az addig oxigénhiányos légtérbe, melynek következtében a nyitás irányába szúróláng alakulhat ki.

A keletkező égéstermékéből adódó veszélyek

A tűz kísérőjelenségei miatt kialakuló égési gázok, az oltás során keletkező gőz feltölthetik a helyiséget, helyiségeket. A sűrű füstben, gőzben való tájékozódás nehezíti a bent rekedt személyek felkutatását és a tűz oltását. A szellőztetést legtöbbször a talajszint alatti kialakításból adódóan a nyílászárók hiánya nehezítheti. Amennyiben nincs kiépített hő és füstelvezető, az elvezetéshez mobil ventillátorok, füstelvezetők szükségesek. A keletkező égéstermékek toxikus hatásuk révén igen mérgezőek az emberi szervezetre. A szerves anyagok égése során különböző veszélyes gázok szabadulnak fel, amik a környezetbe jutnak. Ide sorolandók a cellulóz tartalmú anyagok, a szövetanyagok, éghető folyadékok, amelyek leggyakoribb összetevője a szén, a hidrogén és a kén. A fojtó, mérgező gázok a légzőszerven keresztül bejutnak a

szervezetbe, kifejtik toxikus hatásukat, ezáltal mérgezést okoznak, gyakran halálhoz vezetnek. A leggyakoribb gázok a szénmonoxid (CO), széndioxid (CO₂), hidrogén-cianid (HCN), hidrogén-klorid (HCL), nitrogén-oxid (NO).

Termékek	Anyagok	Égéskor felszabaduló gázok
Bútorok, fűrészárúk	Fa	szénmonoxid, széndioxid
Újságok, kartonok	Papír	szénmonoxid, széndioxid
Padlók, csővezetékek	PVC	szénmonoxid, széndioxid, hidrogén klorid
Szigetelők, matracok	Poliuretán	szénmonoxid, széndioxid, hidrogén-cianid, nitrogén-oxid
Benzin, gázolaj	Szénhidrogének	szénmonoxid, széndioxid
Műanyag elemek, bútorok	Polietilén	szénmonoxid, széndioxid
Olajok, zsírok	Zsíros anyagok	szénmonoxid, széndioxid
Tömítők, autógumik	Gumi	szénmonoxid, széndioxid

4. ábra: Különböző anyagok égése során keletkező mérgező gázok

A fenti táblázatban szereplő gázok az egészségkárosító hatásuk révén kivétel nélkül mérgezőek lehetnek, mely függ a szervezetet érő behatás idejétől, a mérgező gázok koncentrációjától, illetve a belélegzett mennyiségtől is. A zárt térben keletkezett tüzek során a mérgező gázok közül a legtöbb esetben szénmonoxid, mint tökéletlen égéstermék és széndioxid, mint a tökéletes égéstermék fordul elő.

Szénmonoxid (CO)

A szén-monoxid tökéletlen égés során keletkező gáz. A legnagyobb veszélye, hogy színtelen, szagtalan, ugyanakkor erősebben kötődik a vér hemoglobinjához, mint az oxigén, így telíti a vér molekulákat ezáltal megakadályozza az oxigénszállítást. Alacsony koncentrációban is mérgező. [3]

Széndioxid (CO₂)

Szintelen, szagtalan, a levegőnél nehezebb gáz. Ha a belélegzett levegő a normál koncentráció többszörösét (néhány %-ot) tartalmazza szén-dioxidból, akkor azt enyhén savanykásnak érezzük, ez a koncentráció azonban már veszélyes, mert fulladást okozhat. [4]

Hidrogén-cianid (HCN)

Szintelen, (keserűmandulára hasonlító) szúrós szagú gáz. A szervezetre erősen mérgező hatású, már kis mértékben belélegezve fulladást, halált okozhat, légzőszerveket károsítja, megakadályozza az oxigén szervezetbe jutását. [5]

A tanulmányok, kutatások alapján általánosan megállapítható, hogy az anyagok égése során a keletkező füst színe eltérő. Az anyagok egy időben és térben való égése során a keletkező füst annak arányában összekeveredve fordul elő, így abból az adott anyagra már csak nehezen lehet következtetni.

A füst

„Füstnek a gáznemű közegben lévő nagyon kicsi szilárd részecskék eloszlását nevezzük. Ezek a szilárd részecskék átmérője 10-6 és 10-8 m között ingadozik. A nagyobb átmérőjű részecskék korom és hamu formájában kiválnak a füstgázokból. A különböző anyagok égésénél keletkező füstgázok azonban nem csupán összetételekben különböznek egymástól, hanem színük és szaguk is más. A füstgázok szaga az égő anyag összetételétől függ és a tökéletlen égés termékeiből származik. Így a selyem, gyapjú, gumi, bőr égésénél keletkező füst kellemetlen, szúrós szagú és maróan hat a szem és a légutak nyálkahártyáira.”[6]

Jellegzetes füst színek

- A fa alapanyagú cellulóz tartalmú anyagok általában szürkés füstöt bocsátanak ki.
- A szénhidrogének füstje sűrű és fekete.
- A gumi füstje fekete, kiterjedt égésnél erősen pernyéződő, átlátszatlan, ami megnehezíti a tájékozódást és a haladást.
- Az egyéb műanyagok füstjének színe a fehértől (polietilén, polipropilén, poliamid) a feketéig nagy mennyiségű füstöt ad.
- A poliészter kisebb mennyiségű fekete füsttel ég.

A beavatkozást nehezítő körülmények

A legnehezebb feladat a keletkező füstben való tájékozódás, ezáltal a szervezetre ható pszichikai behatások. Az ember alapvetően érzékszerveivel tájékozódik, ezért ha egy adott szituációban, sötétben, füstben próbálunk tájékozódni, azt vesszük észre, hogy a tájékozódásunk nehézkes, ami kihat a szervezetünkre, szokatlan helyzet áll elő, amit sok ember nehezen él meg. Az érzékszerveink közül egy vagy több tompulása vagy teljes elvesztése egy adott helyzetben a tájékozódást hátráltathatja, melynek során a szervezetnek nagyobb energia szükséges, ezáltal hamarabb fárad pszichikailag és fizikailag egyaránt.

A talajszint alatti tüzek felderítését szolgáló eszközök

A talajszint alatti tüzeknél a beavatkozási állomány védőeszközeit a következők szerint csoportosítanám: Az első szempont a beavatkozást biztosító

eszközök. Elengedhetetlen a légzésvédelmet biztosító eszköz, mely a beavatkozó tűzoltóknál a sűrített levegős, zárt rendszerű légzőkészülék. Előírás még a kötéllel való biztosítás a talajszint alatti beavatkozásoknál.

A következő szempont az elősegítő eszközök. A keletkező füstben tájékozódást elősegítő eszközökkel kell megoldani a beavatkozást. Külön kell vennünk az elősegítő és a biztosító eszközöket. Az elősegítő eszközöket csak a másodlagos szempont alapján alkalmazzuk. A biztosító eszközök egy beavatkozás során elengedhetetlenek, hiszen ezek biztosítják a munkánkat. Tehát a tájékozódást elősegítő eszközök prioritás alapján csak másodlagos szempontban vehetők figyelembe, a káresetek során inkább csak elősegítik a beavatkozást. Felmerülhet olyan eset, ahol egy zárt térben kis mértékben van csak füst, még jók a látási viszonyok, a tűzoltásvezető akkor sem dönthet úgy, hogy nem kell légzésvédő készülék vagy kötélbiztosítás. Tehát a biztosító eszközöket objektív alapon minden esetben, míg a tájékozódást segítő eszközöket szubjektív alapon esettől függően, azonban legtöbbször párhuzamosan a biztosító eszközökkel együtt szabad csak használni.

Egyes biztosító eszközök



5. ábra: 30 méteres mentőkötél



6. ábra: Mászóöv bontóbaltával

Elősegítő eszközök

Ide sorolandók az egyes rendszeresített fényjelző berendezések, lámpák, kommunikációs eszközök, hőkamerák, valamint az olyan típusú

légzőkészülékek, melyek rendelkeznek „bodyguard” rendszerrel és a Merlin tábla.



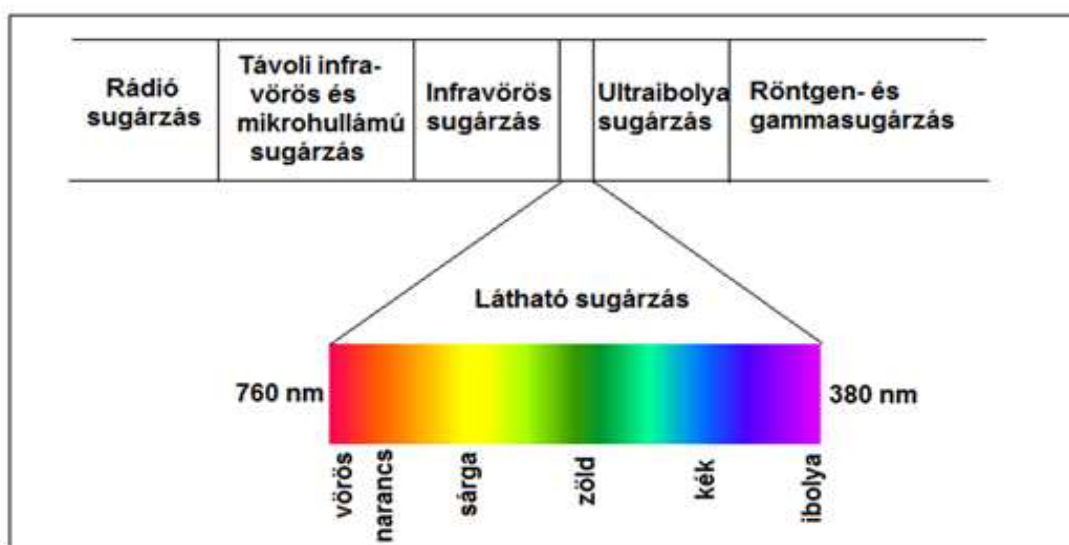
7. ábra: Vulcan és Survivor lámpák

Kutatási módszereim, célok ismertetése kiemelten a hőkamera tekintetében

Kutatásomat a talajszint alatti helységekből bekövetkezett tüzesetek szimulációjával végeztem. Azt próbáltam vizsgálni milyen helyzetek lépnek fel egy káreset alkalmával és mi az, ami leggyakrabban előforduló hátráltató körülmény. A vizsgálatok során végigmentem az egyes szituációkban milyen eszközök segíthetik a beavatkozást. A kutatásom során a hőkamerával való tájékozódási lehetőséget vettem figyelembe. A vizsgálatok alkalmával a hőkamera felhasználhatóságát tanulmányoztam a talajszint alatti helységekből keletkezett tüzek esetén. A kamerák általános elméleti működését, gyakorlati használatát tanulmányoztam. A hőkamerák elméleti ismeretének kutatásával az eszköz működésének feltételeit figyeltem meg, míg a gyakorlati elemzés során elsősorban az eszközzel füstben, gőzzel teli zárt térben, talajszint alatti építményben való tájékozódás lehetőségét kutattam. A használat során az eszköz felhasználhatóságának határait vizsgáltam. A célom ezzel a tűzoltói beavatkozások során a hőkamerák ismeretének növelése, a tájékozódás fejlesztése volt.

Hőkamera általános ismertetése

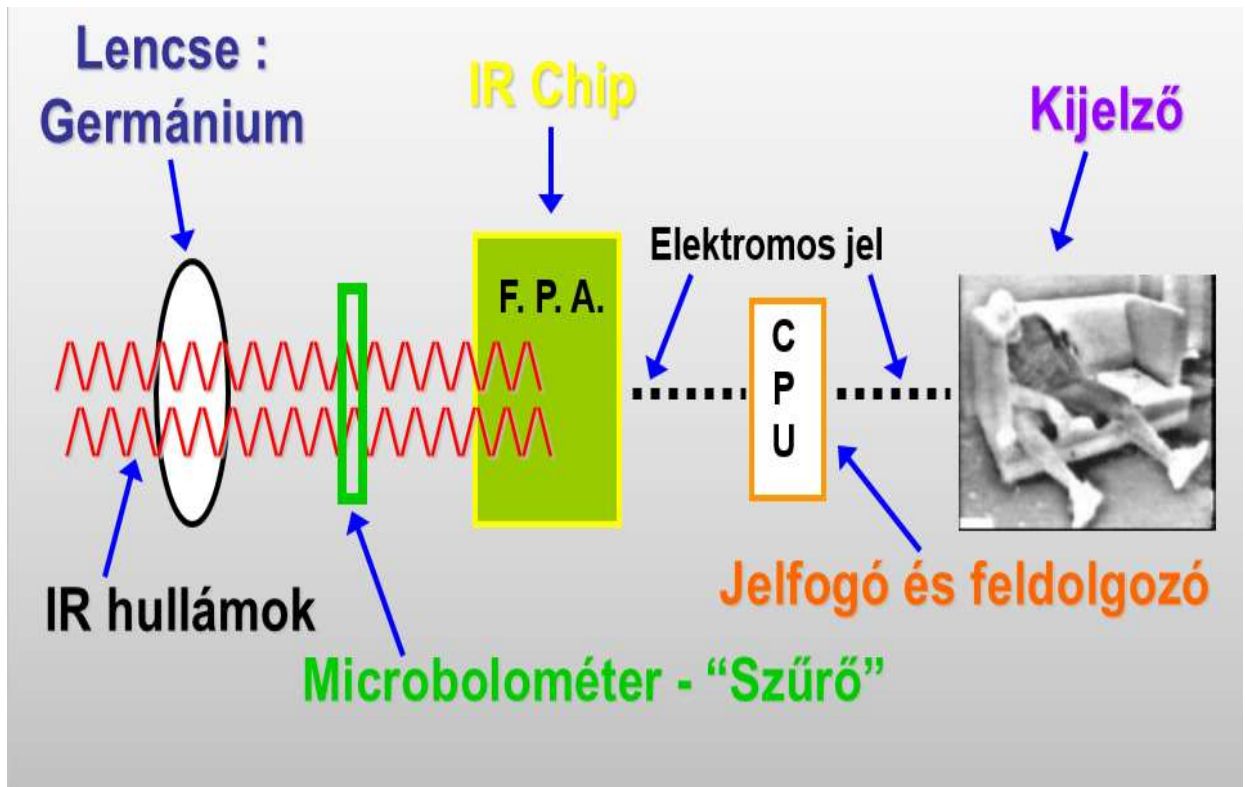
A hőkamerák működési elve szerint az infravörös sugárzás szűrésén alapulnak. Az ilyen típusú kamerákat az infravörös sugár érzékelésére alkották, mely az emberi szemnek láthatatlan. A sugárzás hullámhosszából adódóan rezgése miatt egy olyan színtartományba esik, amit az emberi látószerv nem érzékel. A természetben az egyes tárgyak közeli infrasugárzását a bőrfelületen érzékeljük, amit hősugárzás formájában érzékelhetünk.



8. ábra: Látható fénytartomány

A hőkamerák kifejezetten erre a célra kifejlesztett eszközök, melyeknek használata során egyes tárgyak infrasugárzás kibocsátása mérhetővé válik bizonyos távolságból, az eszköz szempontjából meghatározott körülmények között. Az eszköz felépítése szempontjából fontos megjegyezni a normál képfelvevős kamerákkal ellentétben a lencse anyagát. A hőkamerák lencsái germániumból készülnek, ami azért fontos, mert a nem erre a célra gyártott kamerák általában üveg lencsével rendelkeznek. Ebben az esetben a kamera funkciójának ellehetetlenítését jelentené, mivel az infravörös sugár nem jut át az

üvegen. A germánium tiszta állapotban előállítva szürkés-fehér rideg fém. Az integrált áramkörök félvezető alapanyagát gyakran szilíciummal keverik.[7]



9. ábra: A hőkamera általános felépítése

A lencse

A lencsét germániumból készítik, mert az infrasugár nem tud keresztüljutni az üvegen. Speciális szenzorral és optikával van ellátva, hogy képes legyen az infravörös és a hő tartományban is látni. A készülékek fix fókusszal rendelkeznek, melyek hatótávolsága 1 métertől a végtelenig terjednek. A két érték között lévő tárgyak ezáltal mindig fókuszban lesznek. Az, hogy milyen messziről látható egy tárgy függ a távolságtól és az azt körülvevő környezettől. Az a tárgy, ami nagy hőmérséklettel rendelkezik, messzebből is jobban kivehető. [8]

Felbontás

Többféle felbontásról beszélhetünk. Először is magának a jelfogónak, a boométernek, vagyis a képérzékelőnek a paramétere. Más néven a hőkamera érzékelőjének a felbontása. Ez egy pixelben megadott érték, mely megmutatja, hogy hány képpontból rakja össze a képét a hőkamera. Az érzékelő téglalap alakú, ez az adat egy szorzat képében jelenik meg. Minél nagyobb a szorzat értéke, annál nagyobb a felbontás, annál részletesebb a kép. Léteznek kisebb (160x120 pixel, 210x180 pixel) és nagyobb felbontású (320x240 pixel, 384x288 pixel) változatok. [9] [10]

„A biztonságtechnikai kamerákban egy „mikrobolométer” elnevezésű hőérzékelő elemet használunk, amely valójában speciálisan a hőkamerák számára kialakított bolométer. Az alapanyag a leggyakrabban a VO-háló (vanádium-oxid) vagy amorf szilikon. Az igényes biztonságtechnikai alkalmazások esetében a vanádium-oxid elektronikai szempontból igen kedvező, mivel a számunkra legtöbbit használt hullámhosszúságú tartományban a vanádium-oxid jól mérhetően változtatja az elektromos ellenállását. Ez az érték 100 k Ω nagyságú, amely jól kihasználható különböző mérőáramkörök készítésekor.” [11]

A kijelző

A kijelző másik nevén a monitor, amelyen a hőkamera megjeleníti számunkra a képet. Akárcsak a felbontásnál itt is pixelben adják meg paramétereit. Itt is igaz, hogy minél nagyobb a pixelszám, annál nagyobb a felbontás, azaz részletgazdagabb és szebb a kép. A kijelzőknek két alaptípusával találkozhatunk a modern hőkameráknál: LCD vagy OLED. Az OLED kijelzők sokkal nagyobb felbontásúak, részletgazdagabb képet mutatnak, kevesebbet fogyasztanak. [12]



10. ábra: Hőkamerák felhasználási területének alakulása

Működési elv

A tárgyak a nem látható tartományban elektromágneses sugarakat bocsátanak ki, az érzékelők villamos jelekké alakítják ezeket a sugarakat, az elektronika digitális jellé alakítja a villamos jeleket, a digitális értékekhez látható színeket rendel, és a színeket megjeleníti.

A következő fontos alkatrész a kamera érzékelője. Ez határozza meg az eszköz érzékenységét, azt, hogy a vizsgált elemek közötti eltérő infrasugárzás mértékét milyen élesen tudja érzékelni. Minél nagyobb ez a felbontási szám annál élesebb képet kapunk majd a kijelzőn

Alkalmazási korlátok

A hőkamera nem képes üvegen vagy vízben keresztül képet közvetíteni. A csillogó és sima felületek visszaverik a hősugárzást. Minél nagyobb a mért objektumtól való távolság, annál nagyobb a tartomány, amelyben a hőmérsékletet méri és az egyes objektumokra vonatkozó hőmérsékletadatok kevésbé lesznek pontosak.



11. ábra: Scott légző álarc integrált hőkamerával

Az innovatív technológiák közül megemlíteném a Scott légző álarcba integrálható hőkamerát. Ez a hőkamera a tűzoltók közül akár minden egyes beavatkozó számára elérhetővé válhat és biztonságot nyújthat a talajszint alatti zárt terekben való tűzoltás és tájékozódás során, továbbá elősegítheti az eltűnt személyek felkutatását. Az álarc úgy van kialakítva, hogy integrálható a hozzá gyártott rendszer. A hőkamerát két részre osztotta a gyártó. A vevő egysége, ami az érzékelő, a kameraházzal az álarcon kívül van, míg a kijelző belül. Ezen a képen lehet látni a kamera által érzékelt tárgyakat. Az információs kapcsolódást az elemek között vezeték nélküli kapcsolattal (bluetooth) oldották meg. A tűzoltóságoknál használt hőkamerák jól szerepeltek a tüzesetetek során, viszont a robosztus kialakítás miatt nehezen viselhetőek. Ez az új eszköz fontos tulajdonsága, hogy folyamatosan rendelkezésünkre áll anélkül, hogy szabad kezet kellene biztosítani a tűzoltónak, aki használni szeretné. Tapasztalatom alapján zavaró körülmény sok esetben, ha a hőkamera a nyakba van akasztva, továbbá az eszköz sérülésének kockázata is nő, ha kézben vagy nyakban hordva használjuk.



12. ábra: Az álarcba beépített kamera kijelzője

A kísérlet gyakorlati tájékozódás hideg füstben, hőkamerával

A kutatásokkal azt vizsgáltam, hogy a hőkamera használata során milyen határok lépnek fel hideg füstben. A kísérlet során egy 48 m² alapterületű, 8x6 méteres helyiségben tűz által keletkezett füstöt imitáltunk sötétben, melyet egy nagy teljesítményű elektromos füstgéppel, valamint erre a célra gyártott füstanyag használatával sikerült megvalósítani. A vizsgálat során kettő hőkamerát használtam. Az egyik a tűzoltóságok által rendszeresített Dräger UCF 9000 típusú, a másik egy vadászati célra kialakított, ugyanolyan kamerafelbontással rendelkező eszköz. A teljes vizsgálat közel egy órán át tartott. A helyiségben 20 °C volt. A vizsgálatot szakaszokra bontottam, külön írtam le a tapasztalataim. Az első szakaszban a helyiség füsttel való folyamatos telítettsége közben a kamerák tájékozódásra való lehetőségeit figyeltem meg. A kamerák mindkét esetben standard (alapfunkcióban) voltak. A füstgép négyszer, körülbelül 5 percig működött, ezt az időszakot a gép fűtőszálának automatikus felfűtése szakította meg, ami esetenként szintén 8-10 percig tartott. Az első

működés során a füstképződés minimális volt, egy tűzhelyen felejtett étel füstjének esetére hasonlított. A kamerákra ekkor még nem volt szükség, mert még mindent tisztán láttunk a helyiségben a tűzoltóságoknál használt Survivor lámpa segítségével.



13. ábra: Kísérlet hideg füstben 1.

A másodig működés során a helyiségben még mindig láttunk a lámpa segítségével, viszont már voltak olyan területek ahol a lámpa fényében nagy volt a füst, azonban ekkor is még elegendő volt a lámpa használata. A hőkamerák képén megfigyelhető volt a folyamat, látszott a füstgépéből kiáramló tömény füst, amit kis mértékben világosabban ábrázolt.



14. ábra: Kísérlet hideg füstben 2.



15. ábra: Kísérlet hideg füstben 3.

A harmadik alkalommal a füstképződés már nagy volt, a látótávolság a befüstölés végére 1 méterre csökkent. A lámpa használata már nem volt elegendő a tájékozódásra. A kamerák képét vizsgálva azt tapasztaltam, hogy a füst nem akadályozta a készülékek érzékelő rendszerét, teljesen tisztán ki lehetett venni az ellenkező oldalon tőlem 8 méterre álló embert, aki a mentendő személyt szimulálta. Tisztán kivehető volt a teljes alakja, a helyiség minden oldala, illetve a benne elhelyezett bútorok is.



16. ábra: Kísérlet hideg füstben 4.

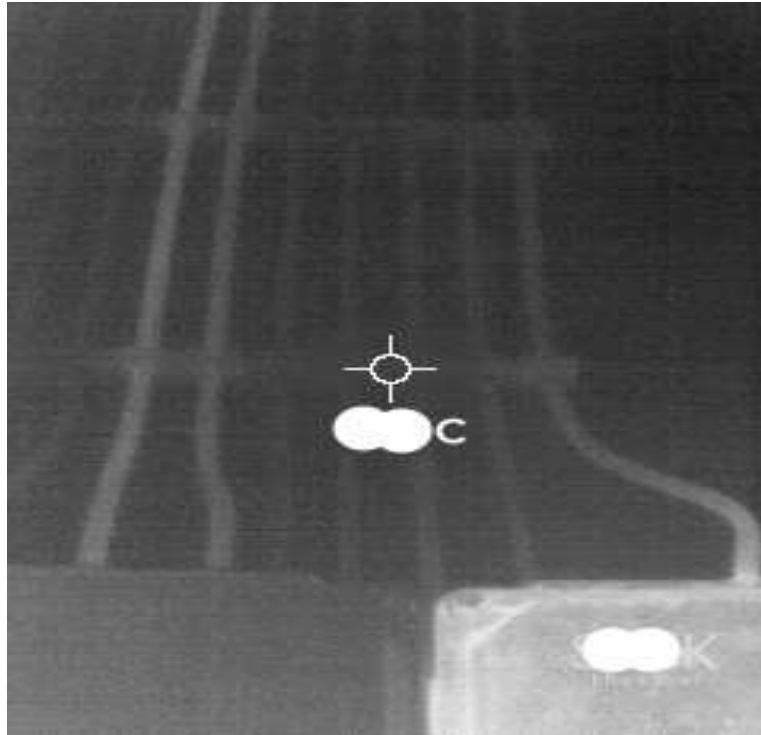
Az utolsó, a negyedik füstölés után a helyiségben 30cm-es látótávolság volt tapasztalható, a hőkamera előtt 3 méterre lévő lámpa fénye ugyan kissé megvilágította a füstöt fehéren, azonban tájékozódásra alkalmatlan volt. Tájékozódni már csak a kamerák képével tudtam. A helyiség átvizsgálását annak körbejárásával végeztem. A kiindulási pontról tisztán látszott a kollégám (a mentendő személy), a füst semennyire nem befolyásolta, ugyanúgy kivehető volt, mint az első alkalommal. A vizsgálatot tovább folytattam ekkor statikus irányból dinamikus irányba. A helyváltoztatás közben folyamatosan próbáltam tájékozódni a kamera képe alapján.



17. ábra: Tárgyak ábrázolása standard alap üzemmódban

A berendezési tárgyak, dobozok, labda a határoló falak jól kivehetőek voltak a képernyőn. Az átvizsgálás során azt figyeltem meg, hogy nem lehet a valós távolságot meghatározni a képernyőt figyelve, emiatt szükséges volt a biztonságos előrehaladás érdekében a szabadon lévő kezemmel folyamatosan az előttem lévő teret pásztázni. A helyiség átvizsgálása során a tárgyak vizsgálatánál azt tapasztaltam, hogy az eltérő anyagok, mint a fémek és a műanyagok különböző képen ábrázolódnak a kamerán, ez attól függ, hogy az anyagok milyen mértékben képesek felvenni a környezet hőmérsékletét. A 20 °C és 30 °C hőmérsékletű és az ettől pozitív irányba eltérő hőmérsékletű tárgyak világosabb árnyalata szinte világít, míg az alacsonyabb hőmérsékletű tárgyak sötétebb, feketés színűek a kijelzőn.

A kutatás során ezen kívül észrevettem, hogy a füstgép hálózati csatlakozója feltűnően világos, jól kivehető volt a kijelzőn, ami tapintásra nem volt meleg. Ezt a megfigyelést a későbbiekben a kutatás második részében kifejtem. A füstgép által létrehozott füst nem befolyásolja a kamerák infravörös érzékelőjét.



18. ábra: 400V elektromos vezetékek képe a hőkamerán

Gyakorlati tájékozódás meleg füstben, gőzök gázok jelenlétében, hőkamerával



19. ábra: A/1 laktanya főépülete Pécsen

A vizsgálatot a volt 101. számú Zrínyi Miklós laktanya főépületében a mínusz 1. szinten található volt ruharaktárban végeztem. Az épület vasbeton szerkezetű, oldalfalait kisméretű téglá borítja. A helyiség téglalap alakú 10 méter x 30 méteres, 300 négyzetméter alapterületű. A volt raktárnak két bejárata van, ablakai nincsenek, illetve semmilyen mesterséges légutánpótlás nincs kialakítva. A két bejárata normál ajtó méretűek és mindkettő szimmetrikusan helyezkedik el a rövidebb oldalon. A be- és kijáratok az épület É-i és D-i lépcsőházába vezetnek. A helyiségben valós tüzet gyújtottunk. A vizsgált helyiségben két kupacban, egymástól 10 méter távolságban elhelyezett 4m² területen és 1 méter magasan összehordva fa bútordarabok, matrac, műanyag berendezési tárgyak lettek begyűjtve benzín segítségével.



20. ábra: A -1. szinten található volt raktárhelyiség, a tűzgyújtás után.

A kísérlet alkalmával az éghető anyagok kétszer lettek begyűjtve. Az egyik esetben az oltás Ne-Pi-Ro gyorsbeavatkozó sugárral, a másik esetben osztott „C” sugárral lett végrehajtva. A kísérletek vizsgálatát ebben az esetben is két részre osztottam. Az első részben az első tűzgyújtás utáni füstképződést vizsgáltam folyamatosan a Dräger hőkamera kijelzőjén, amit „Standard”, azaz alap üzemmódban használtam. Az éghető anyagok meggyújtása után 3-4 perccel már észlelhető volt a füst szivárgása a lépcsőházak felől, ami ekkor szürkés színű volt. Az anyagok begyűjtése után 10-15 perccel, a tűzoltási csoport tagjaival mentem le az égő szintre. A füstképződés igen intenzív volt. A füst színe erősen feketés színben terjedt kifelé. A füsttár a földszinten a lépcsőházi lejártnál volt. A légzésvédelmi eszköz használatára már ekkor szükség volt. A látási viszonyok már a lejártnál megnehezítették a közlekedést. Az egységgel kötél biztosítása mellett, gyorsbeavatkozó sugár fedezetével hatolt le a -1. szinten található helyiségbe. A füsttártól már használtam a hőkamerát, amivel nehézség nélkül haladtam lefelé, de a csoportot nem hagytam el. A helyiség bejáratánál akkora füst volt, hogy a Survivor lámpa használatával már nem tudtunk tájékozódni, azonban a hőkamerával a helyiség teljes egészében látható

volt. A tűz pontos helye jól kivehető volt, továbbá az is, hogy a tűz áttérjed az éghető anyagok teljes egészére. Kifejlett tűz volt tapasztalható. A helyiség bejáratánál már érezhető volt a hőterhelés, amit már az épület falazata sugárzott vissza. A tűzfészek hőmérséklete a kamera alapján ekkor 670-680 °C volt. A vizsgálatok során az egység mozgását is megfigyeltem. A sűrű szürkésfekete füst teljesen telítődött a helyiségben.



21. ábra A tömlő a felmelegedett térben a segéd-sugárvezetőnél

A sugárvezető és a segéd sugárvezető a fal mentén guggolva haladva közelítették meg a helyszínt. A kapott feladatuk csak a tűzoltás volt. A tűzfészek felé haladva kevés víz kijuttatásával próbálták behatárolni a tűzfészek pontos helyét. A használt hőkamera képén mindent pontosan láttam. Ekkor a beavatkozást még nem segítettem, mivel mértem az időt az oltás megkezdéséig. Az oltás megkezdésekor a tűz fészke a hőkamera alapján közel 800 °C volt. Az oltás során a gyorsbeavatkozó sugár szórtan, szakaszosan működött. Az oltás körülbelül 10 percig tartott, ekkor a lánggal való égés megszűnt. Az egységnek vissza kellett vonulnia mivel a keletkező gőz igen nagy volt. A vizsgálat során

nem befolyásolta semmi a hőkamerával való tájékozódás lehetőségét. A gyorsugár jó tájékozódási pont volt a kamera képén, amíg be nem értünk a hőterhelésnek kitett térbe. Ott a gyorsbeavatkozó sugár standard alaphelyzetben nézve fehéresen, élesen elkülönült a környezetétől.



22. ábra: Tömlő hideg térben a hőkamera képén

Amikor beértünk a helyiségbe, ahol a tűz volt a tömlő sötéten, feketés színnel ábrázolódott, azonban ekkor is jól kivehető, tájékozódásra alkalmas volt. Az egységnek az oltás megkezdéséig közel 15 percre volt szüksége a sugár szerelésétől kezdve. A tűz fészkéig vezető út a gépjárműfecskeendőtől mintegy 80 méterre volt, aminek az utolsó 30 méterét zárt térben füsttel telített részben kellett megtenniük.

A második részben a tűz oltására osztott sugár került megszerelésre. A tűzoltásban részvevők szintén, csak tűzoltási feladatot kaptak. A második rakás begyűjtása után 10 perccel megtörtént az alapvezeték szerelése. A helyiség ekkor a másik lépcsőházon keresztül az északi bejáraton át lett megközelítve. A füsttár a földszinten a lépcsőházi lejártnál volt. Az osztó itt lett elhelyezve a

füsthatáron kívül. Az egységgel légzésvédelem mellett lehatoltunk. A hőkamerát folyamatosan használtam a tájékozódásra. A helyiséget be tudtam határolni, láttam azt is, hogy hol és mekkora területen ég a tűz. Láthatóak voltak a felmelegedett részek, falak, mennyezet, padlózat. A tűzfészek hasonlóan 680-690 °C volt. A hőszugárzás igen intenzív volt, a falakból is áradt a hő. A beavatkozók szintén rutinosan, a fal mellett lehúzódomva haladtak befelé. A tűzfészekhez közeledve kevés víz kijuttatásával próbálták behatárolni annak pontos helyét. Az oltás megkezdésekor megmutattam nekik a hőkamera kijelzőjét és annak segítségével pontosan lehetett látni a tüzet és azt is, hogy a sugárból kijutó víz hol ér földet. Közben hallható is volt a forró részekre jutó víz elpárolgása, ezzel együtt érezhető volt az intenzív gőzképződés. A vizsgálat során azt állapítottam meg, hogy a hideg részen a nem égő helyiségben, ahol még nem melegedett fel a környezet, a tömlő világosan, jól látható módon, szinte világít a kijelzőn.



23. ábra: A tömlők hideg térben

A hőterhelésnek kitett helységbe érve élesen megváltozik, sötétén, fekete színnel ábrázolódik a hőkamera kijelzőjén. A tájékozódást ez alapján nagyban megkönnyíti. Az gyakorlat során, míg az első sugárral oltották a tüzet, a sugár

mentén kimentem a helyiségből teljesen a füsthatárig. A tapasztalataim alapján rendkívül gyorsan ki lehet találni a tömlő mentén, viszont egyben azt is megállapítottam, hogy a kamera képén a valós távolságokat nehezen lehet jól megállapítani. A tömlő mentén való tájékozódást úgy lehet megfelelően végezni, ha a két lábunk között van a vízzel teli tömlő, közben apró lépésekkel haladva a lépéskor a lábunk belsőjével kocogtatva érzékeljük a tömlőt, ezzel a kivezető útról nem tudunk letérni. Az ajtó felé közeledve szintén a távolság megállapítására a kezemet magam előtt jobbra-balra húzva határoztam meg a távolságot. A második sugár megszerelése kérésükre megtörtént.



24. ábra: Tűzoltók tömlőhúzás közben füstben, meleg térben

Velük együtt mentem vissza az égő helyiségbe. Tájékozódásukat a hőkamera segítségével már segítettem. A második sugár így igen gyorsan lejutott az oltás helyére. A sugárvezetőnek folyamatosan mutatta az első sugár tömlője mentén az utat, ami jó látható volt. Az eszköz kijelzőjén a helyiségbe érve láthatóvá váltak az első sugárral dolgozó tűzoltók, ahogy oltják a tüzet. A füsthatártól a tűzfészek 30-40 méterre volt, amit így körülbelül 30 másodperc alatt tettünk meg füstben, teljes magabiztossággal. Beérve leváltottuk őket, a tűz

már teljesen el volt oltva. A vizsgálatot azzal zártam, hogy kivezettem a leváltott beavatkozó egységet a hőkamera segítségével.



25. ábra: A vízzel teli „C” tömlők meleg térben feketésen ábrázolódnak

Kísérletek konzekvenciája

A kísérletek tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a hőkamerák használatával a füstben gőzök-gázokkal telített helyiségekben a felderítés, tájékozódás sokkal egyszerűbbé válhat. A hőkamera nagyon sok helyzetben segítséget jelent az ilyen helyzetek megoldására. Használatával a nehezen vagy egyáltalán nem szellőztethető füsttel telítődött helyiségek felderítésénél rendkívül nagy segítséget nyújthat a mentésben résztvevő egységek számára. A tűz által érintett helyiség átvizsgálásakor megfigyelhető, hogy a berendezési tárgyak rendszerezetlen elhelyezéséből adódóan nehezítik a helyiségben való közlekedést. Abban az esetben viszont, ha ezek a tárgyak valamilyen módszerrel behatárolhatók, jelen esetben az infravörös kisugárzás alapján, ami egyenesen arányos az adott tárgy hőmérsékletével, akkor a hőkamerák képén láthatóvá válhatnak a szem által láthatatlan terek. A talajszint alatti füsttel telítődött helyiségek tűzoltása során a hőkamera segítségével a megszerelt vízzel teli tömlők alapján lehetséges a tájékozódás. A vizsgálatok alapján a hőkamera a

merevfalú vagy a lapos tömlőben lévő vizet egyaránt jól ábrázolja. Az oltóvíz a tömlőben a víz magas fajhője miatt nehezen melegszik, ez miatt a forró helyiségben sem tud felmelegedni oly mértékben, hogy a hőkamera ne érzékelje. A tömlőben lévő víz élesen elhatárolódik a környezetétől. A kezdeti tüzek során még hideg helyiségben a hőkamera standard, alap üzemmódjában a tömlő fehéresen világít a kijelzőn, azonban amikor a környezet megváltozik, felmelegszik, akkor sötéten, feketén ábrázolja. A beavatkozást a mentésben résztvevők biztonságosabban, a balesetek kockázatának csökkentésével tudják végrehajtani. A fejlett technikai eszközök közül a hőkamerák használatával gyorsabbá, biztonságosabbá ez által hatékonyabbá válhat a talajszint alatti helyiségek felderítése, átvizsgálása. Az eszközök segítségével a beavatkozó állomány részére a káresetek során fellépő nehezítő körülmények hatása csökkenthető, így a tűzoltók magabiztosabban, gyorsabban tudják végezni a feladatukat. A tájékozódásban egyes tárgyak jól elhatárolódnak a környezetüktől, ami mentén magabiztosan lehet közlekedni. Az eszköz használatával a beavatkozási idő csökkenthető. A kutatás alapján azt is megállapítottam, hogy a nagy teljesítményű elektromos berendezések vezetékain is minimális hőtermelés tapasztalható, ami láthatóvá válik a kijelzőn, ez szintén világos színű. Amennyiben a kamerával átvizsgált helyiségekben ilyen berendezés van, az láthatóvá válik és el tudjuk kerülni a környékén a vízzel oltást.

Talajszint alatti környezetében történő beavatkozások

A bevetendő egység felkészítése, javaslatok, újítások

Az állomány felkészítése a talajszint alatti tüzek során alkalmazandó helyes megoldások kiválasztásához, a balesetek elkerüléséhez, tehát az eredményes beavatkozás eléréséhez nagyrészt gyakorlati képzés szükséges. Tapasztalatom alapján a zárttérben keletkezett tüzek beavatkozásakor fellépő adrenalin a

tűzoltók szervezetére kedvezőtlen lehet, ha nem jól kezeljük. A nem várt környezeti hatások kezelése kellő gyakorlást igényel. A rutin megszerzéséhez nem elég csak az elméleti tudás. Hiába tudjuk, adott helyzetben mi a helyes megoldás, ha a végrehajtást egy váratlan esemény befolyásolhatja. Ha ezt nem tudjuk lereagálni, akkor bizonytalanok leszünk, ami gyakran hibákhoz vezethet. Ha nincs tapasztalatunk nem tudjuk irányítani az eseményeket, ha viszont nem irányítjuk, akkor az események kiszámíthatatlan irány vesznek. Tehát az állomány elméleti továbbképzésén túl nagy hangsúlyt kell fektetni a gyakorlati feladatokra. Az adott szituációban mi a helyes megoldás, mi az, amivel a legkisebb kockázattal tudjuk végrehajtani a feladatunkat. Ahhoz, hogy egy innovatív eszközt, ez esetben a hőkamerát megfelelően kihasználjunk, ismernünk kell a működését, tudnunk kell, mikor segíti elő a beavatkozásunkat. Elméleti oktatások során az alapoktól kell elkezdenünk, a látható sugárzásoktól kezdve az infravörös sugárzásig. Meg kell értetni mindennapi példákkal, miért nem látható az infrasugárzás, továbbá hogyan tehetjük láthatóvá. Az eszköz működési elvének megismerésével érhetőbbé válik, hogy milyen nagy segítséget nyújthat a beavatkozásoknál. A képzés gyakorlati részében részletesen, egyre nehezedve fel kell építeni a feladatokat. Először egy sötét helyiségben lámpa nélkül be lehet mutatni az eszköz funkcióit, melyiket mikor célszerű használni. A gyakorlati képzés második felében füstgéppel kell szemléltetni a tüzesetek során keletkező füstöt. A feladatokat, a felderítést, a személykeresést, a tájékozódást, először hőkamera nélkül, majd hőkamera segítségével kell végrehajtani hasonló feladatot. A gyakorlat során vízzel teli lapos tömlőt és gyorsbeavatkozó sugarat kell szerelni a helységbe, ténylegesen meg kell keresni egy élő személyt, akit ki kell menekíteni. Bábu esetén egy 1,5-2 literes üvegben vizet kell elhelyezni, amit 30-40 °C hőmérsékletűre kell melegíteni. Ez imitálhatja a test hőmérsékletét, amit már érzékel a kamera. A gyakorlat során mérni kell a beavatkozások idejét. A gyakorlást tűzoltási gyakorlatok alkalmával folytatni kell. Az ilyen típusú gyakorlatok alkalmával lehet legjobban

felkészíteni az állományt az éles esetekre. A beavatkozók gyakorolják a vízzel teli tömlők mentén valós füstben, gőzben a tájékozódást, közlekedést. A gyakorlat értékelésekor a tapasztalatokat közzé kell tenni és meg kell osztani egymás között. A párosoktól kérdések alapján végig kell menni a tapasztalatokon. Mondják el, mit tudnak a helyiségről, ahol a mentést végezték, mekkora volt a helyiség, volt-e bútorzat. Az állomány mindegyik tagja csinálja végig, majd ezt követően konzultáción beszéljék át és vonják le a megfelelő következtetéseket. Ez által tapasztalják az eszköz hatékonyságát.

Összefoglalás

Az információs eszközök egyre nagyobb teret nyitnak a társadalmi életben. A technika fejlődése manapság nagymértékben felgyorsult az elmúlt évtizedekben. A tűzoltóságok fejlődése során elengedhetetlen volt a technikai frissítés. A káresetek felszámolásában igen nagy segítséget nyújthat egy erre a célra rendszeresített technikai eszköz. A tűzoltóságoknál bevezetésre kerülő hőkamerák használata forradalmi áttörést hozott a beavatkozásoknál. A tűz pontos helyének behatárolásánál, terjedésénél, eltűnt személy kutatásánál, akár a veszélyes anyag elfolyásának meghatározásában is segíthet. Ezen a téren végzett kutatások alapján a káresetek felderítésénél használt hőkamerák lecsökkentik az erre szükséges időt. A felszámolásra megválasztott taktikánál a beavatkozás során folyamatosan használható, így ha az eszközt kellően ismerjük, funkcióit kihasználva biztosan segítségünkre lehet a teljes beavatkozás alatt. Természetesen ezzel nem csak biztonságosabbá teszi a munkánkat, hanem a gyorsabb beavatkozással további emberéletek menthetőek meg és a tűz által okozott, valamint a másodlagos károk is tovább csökkenthetőek. A kamerák megfelelő elméleti ismeretét elsajátítva megismerhetjük az eszköz funkcióit, míg a gyakorlatok, káresetek alkalmával kellő rutint tudunk szerezni a használatukban. Végeredményben megismerjük, hogy valójában milyen nagymértékben segítheti a munkánkat. A kutatás során és azt megelőzően is

mindig fontosnak tartottam más kollégákkal a tapasztalatcserét. A konzultáció során megtudtam, hogy sokan hagyatkoznak a hőkamera tudására, de az eszköz ismerete kihasználhatósága még nem a legmegfelelőbb e téren. Kutatásommal a kollégák beavatkozását szeretném segíteni, célom ezzel a tűzoltók ismeretének fejlesztése volt.