

SZENT ISTVÁN EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR
TŰZVÉDELMI ÉS BIZTONSÁGTECHNIKAI INTÉZET

**A tűzoltás és az életmentés sajátosságai
a kelet-nyugati metróvonal alagútjában**

Készítette:

Létai János

Témavezető:

Dallos Tamás tűzoltó őrnagy
Fővárosi Tűzoltóparancsnokság

2009.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálás köszönettel tartozom témavezetőmnek, **Dallos Tamás tűzoltó őrnagy** úrnak, aki a legnagyobb körültekintéssel és türelemmel kísérte végig munkámat. Iránymutatásaira, tanácsaira és példás szakértelmére bármikor számíthattam.

Köszönetemet fejezem ki **Dombi József** tanár úrnak a hasznos javaslataiért, és építő jellegű kritikáiért, amelyekkel nagyban hozzájárult munkám színvonalasabbá tételéhez.

Külön köszönöm a BKV Zrt. részéről **Király Sándor** úrnak az áldozatkész, önzetlen segítségét, mellyel jelentősen emelte a dolgozatom szakmai színvonalát.

Szintén nagyon hálás vagyok **Benesovits János** úrnak, **Jambrik Rudolf tűzoltó alezredes** úrnak és **Makai Tibor nyugalmazott tűzoltó alezredes** úrnak a nélkülözhetetlen szakmai segítségért.

Köszönöm a hasznos tanácsokat és segítő jellegű észrevételeket **Jakubovics János, Nagy Béla, Nagy Sándor, Pálosi Tibor** és **Patkó István** uraknak.

Végül, de nem utolsó sorban köszönöm a munkám gondos elolvasását és az építő jellegű észrevételeket **Danka János nyugalmazott tűzoltó őrnagy, Kis-Guczai Péter, Lakatár Gábor tűzoltó hadnagy, Szemlits Gyula** és **Tóth András** uraknak.

1. BEVEZETŐ

Az utóbbi években a lakosság létszámnövekedésének köszönhetően a budapesti metróhálózat utasforgalma meghaladta az évi 280 millió főt. A BKV statisztikái alapján egy-egy forgalmasabb állomáson naponta 60-80 ezer ember fordul meg. A reggeli és esti csúcsidőszakokban a peronokon és a metrószerelvényeken összesen akár kétezer utas is tartózkodhat egyszerre. Egy tűzeset során ezeknek az embereknek a biztonságos kimenekítése rendkívüli szervezettséget, kiváló felkészültséget, illetve korszerű technikai felszereltséget igényel a beavatkozó szervezetek – elsősorban a tűzoltóság – részéről.

1.1. A téma aktualitása

A metró területén keletkezett tűzesetek nem csupán speciális jellegzetességeik, hanem a közelmúltban történt – nem ritkán több száz áldozatot követelő – külföldi tragédiák miatt is kiemelt figyelmet érdemelnek.

Év	Helyszín	A tűz helye	A keletkezés oka	Áldozatok száma
2005	London	alagútszakasz	terrortámadás	35 halott, 302 sérült
2004	Moszkva	alagútszakasz	terrortámadás	38 halott, 192 sérült
2003	Tegu	alagútszakasz	gyújtogatás	198 halott, 147 sérült
1995	Baku	alagútszakasz	elektromos hiba	289 halott, 265 sérült
1987	London	mozgólépcső	dohányzás	31 halott, 56 sérült

1. táblázat: A metró érintő legjelentősebb külföldi tűzesetek (forrás: saját gyűjtés)

Magyarországon az utóbbi évtizedekben csupán kisebb tűzesetek fordultak elő a metró területén. Ezeket tanulmányozva azonban világossá vált, hogy több esetben is csak a szerencsének volt köszönhető, hogy nem történt nagyobb baj. Ennek tükrében fel kell készülni rá, hogy Budapesten is bármikor bekövetkezhet egy tragikus kimenetelű tűzeset.

1.2. A téma körülhatárolása

Szakedolgozatom megírásának fő célja az volt, hogy a metró területén keletkezett tüzek legveszélyesebb formáját mutassam be. Az 1. számú táblázatban szereplő kárhelyszíneket megvizsgálva jól látszik, hogy a külföldi tüzesetek során az alagútban tomboló tüzek követelték a legtöbb áldozatot. Ezért döntöttem úgy, hogy az alagútban égő szerelvényből történő életmentés és tűzoltás sajátosságait mutatom be a magyarországi viszonyokra, azon belül is a kelet-nyugati metróvonalra vetítve.

1.3. Munkamódszerek

Első lépésként több területen, különböző forrásokból kezdtem kutatni. Sajnos azonban rá kellett döbbernem, hogy a témával kapcsolatban csak rendkívül kevés és elavult szakmai anyag áll rendelkezésre, illetve ezek között is igen nagy tartalmi átfedés figyelhető meg. Ebből kifolyólag a téma feldolgozása során végig szem előtt tartottam, hogy minél több egyedi információt gyűjtsek be külföldi forrásokból. Az írásbeli anyagok felkutatása után a gyakorlati tapasztalatokra helyeztem a fő hangsúlyt, vagyis hogy megismerjem a tűzoltói beavatkozásban érintett személyek véleményét. Sikerült elbeszélgetnem olyan aktív és nyugalmazott tűzoltótisztekkel is, akik több évtizednyi tapasztalatukkal segítettek a téma feldolgozását. Végül, de nem utolsósorban meg kell említenem, hogy lehetőségem volt részt venni egy metró-tűzoltási gyakorlaton, valamint a közlekedési vállalat tűzvédelmi előadója által szervezett alagútbejáráson, melyek során számos hasznos tapasztalatot sikerült szereznem.

1.4. Célkitűzések

- Megvizsgálni, hogy a metróalagutakban hol és miként keletkezhet tűz.
- Elemezni, hogy mik jellemzik és mik befolyásolják a füst- és tűzterjedést.
- Bemutatni, hogy az oltás és életmentés során milyen specifikus feladatokkal találkozhatják szemben magukat a tűzoltók.
- Feltárni azokat a gyakorlati problémákat, amelyek a főváros metróvonalait jellemzik tűzvédelmi szempontból.

2. A KELET-NYUGATI METRÓVONAL

2.1. A budapesti metróhálózat bemutatása

Budapest közösségi közlekedési hálózatának legnagyobb kapacitású vonalait a metró jelenti. Története egészen az 1800-as évek végéig nyúlik vissza. A 113 éve épült, köznyelven „kisföldalattinak” nevezett vonal nem csak a metróépítés kezdetét jelentette a fővárosban, hanem egyben a kontinentális Európa első földalatti vasútja is volt.

	1. sz. (MFAV) metróvonal	2. sz. (K-Ny-i) metróvonal	3. sz. (É-D-i) metróvonal	4. sz. (DBR) metróvonal
Nyitás	1896	1970	1976	2012
Vonalhossz	4,2 km	10,4 km	16,6 km	6,7 km
Állomások	11 db	11 db	20 db	14 db
Vonatba sorolt kocsik	1 db	5 db	6 db	4 db
Napi utazáskezdők száma	107 ezer utas / hétköznap	425 ezer utas / hétköznap	610 ezer utas / hétköznap	421 ezer utas / hétköznap
Csúcsidő legnagyobb utasterhelés	5 170 utas/óra/irány	14 755 utas/óra/irány	16 710 utas/óra/irány	15 700 utas/óra/irány

2. táblázat: A budapesti metróvonalak jellemzőinek összehasonlítása (forrás: BKV Zrt.)

A másik kettő, szovjet technológián alapuló viszonylat már az 1970-es és 1980-as években épült ki. Jelenleg épül a negyedik vonal, az ötödik vonal tervezése előkészítés alatt áll. A hálózat mai összhossza 31,2 km, az állomások száma 42.

A budapesti metró legrövidebb állomásköze az M1-es vonal Kodály körönd és Bajza utca közötti része, amely mindössze 190 méteres távolságot köt össze. Két megálló között a legnagyobb távolság, 1760 méter a kelet-nyugati vonalon, a Stadionok és a Keleti pályaudvar állomások között található.

2.2. A kelet-nyugati vonal paramétere

Az első nagyteljesítményű, kelet-nyugati irányú metróvonal építését egy 1950. szeptember 17-én kelt minisztertanácsi határozattal rendelték el. Az építés gyors ütemben haladt, azonban 1954 elején a beruházás ideiglenes szüneteltetése mellett döntöttek. Ekkor már kész volt a tervezett vonal körülbelül 40%-a. A vonal építésének folytatását 1963 végén kezdték el. A forgalom az első szakaszon, az Örs vezér tere és a Deák Ferenc tér között 1970. április 3-án indult meg. A teljes vonalat 1972. december 22-én adták át.^[14]

Műszaki paraméterek

A teljes vonalhossz	10,4 km
Az alagúti szakasz hossza	8,8 km
Az állomások száma	11 db
Leghosszabb állomásköz	1760 m
Legrövidebb állomásköz	578 m
A legnagyobb állomási mélység	38,4 m
A főszellőző ventilátorok száma	18 db

3. táblázat: A kelet-nyugati metróvonal műszaki paramétere (forrás: BKV Zrt.)

A metróvonal 8,8 km-re alagútban, míg 1,6 km hosszan a felszínen fut. A 11 állomásból 9 a felszín alatt, 2 pedig a felszínen helyezkedik el. A vonalat naponta közel félmillióan veszik igénybe, ezzel Budapest egyik legforgalmasabb tömegközlekedési vonalának számít.

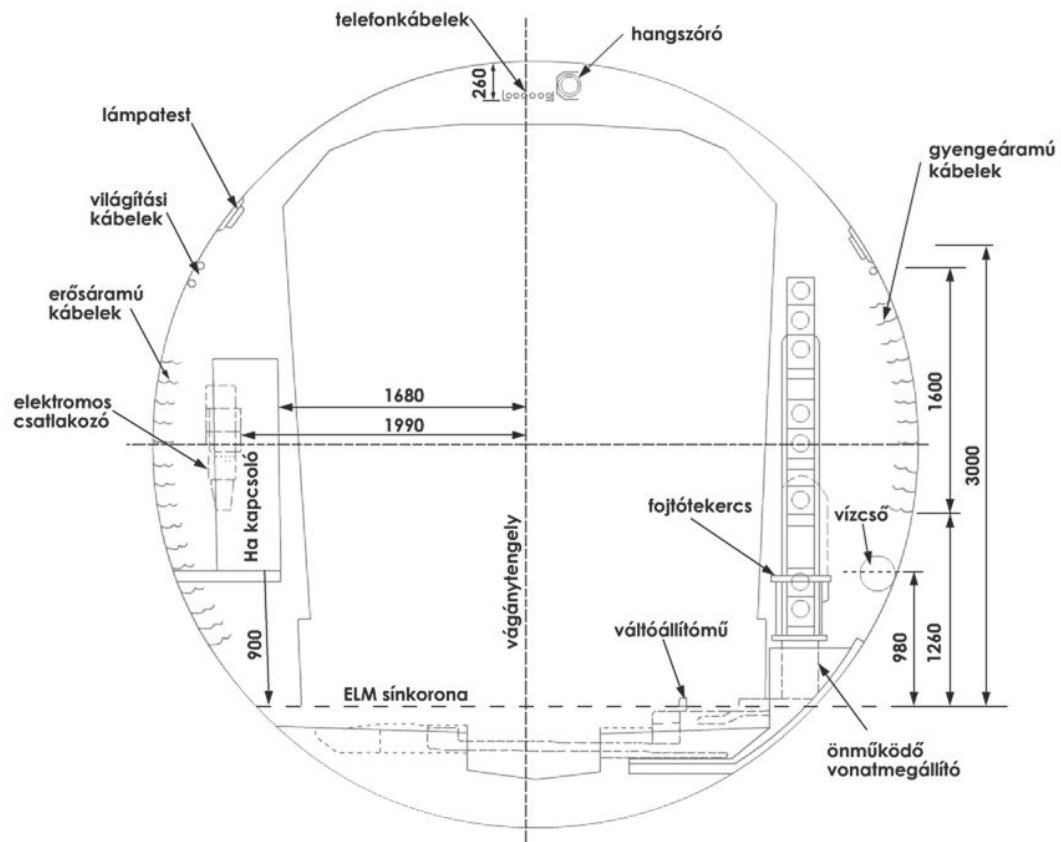
Szállítási paraméterek

Napi üzemidő	4:28 – 23:24
Napi utasszám (munkanapokon)	451 627 fő
Legnagyobb szállítási kapacitás	23 000 utas/óra
Legnagyobb forgalmú állomás napi utasforgalma	77 521 fő
Legnagyobb forgalmú állomás csúcsórai utasforgalma	11 297 felszálló
A legkisebb követési időköz	140 mp
Vonatba sorolt kocsik száma	5 db

4. táblázat: A kelet-nyugati metróvonal szállítási paramétere (forrás: BKV Zrt.)

2.3. Az alagút

A metróalagutak belső méretét elsősorban a bennük közlekedő járművek űrszelvénye, továbbá a technológiai berendezések helyigénye (1. ábra) határozza meg. A kelet-nyugati metróvonalon az alagút körszelvényű, túlnyomórészt 5,1 méteres belső átmérővel, de az '50-es években egyes szakaszok 6,3 méteres belső átmérővel is épültek. A falazati anyaga monolit beton, vasbeton blokk és öntöttvas tübbing.



1. ábra: Az alagút keresztmetszete a gépészeti berendezések feltüntetésével (forrás: BKV Zrt.)

A mélyalagutak függőleges vonalvezetése különböző lejtők és emelkedők sorozatából áll. Ennek az a célja, hogy a szerelvények vészhelyzetben, a meghajtás leállása után is be tudjanak gurulni a legközelebbi állomásra.

A sínek vonalvezetését a nagy sugarú ívek jellemzik. Az egy-egy vágányt magukba foglaló, egymással párhuzamos alagutak egymástól való tengelytávolsága 19-26,6 méter között változik.

2.4. A szerelvények

A budapesti metró kelet-nyugati vonalán alkalmazott szerelvények műszaki jellemzői többnyire a kifejlesztésük idején (1956-1963) érvényben lévő általános technológiai színvonalnak felelnek meg. Tűzmelegelőzési tekintetben azonban két nagyon fontos technikai fejlesztést ki kell emelnünk.

- A kocsik átadásakor az erősáramú kábelek és vezetékek még hagyományos gumi és itatott pamutszigetelések voltak. Ezeket a nagyjavítások alkalmával szilikon- és teflonszigetelésű kábelekre cserélték.
- A BKV szakemberei az utastérben elhelyezett vészfékeket biztonsági okokból kiszerelelték, ugyanis a gyakorlati cél az, hogy az égő szerelvény beérjen a legközelebbi állomásra, ahol hatékonyabban hajtható végre a tűzoltás és az életmentés. A vészfékek helyett egy – a motorkocsi vezetőfülkéje és az utastér közötti – kétirányú kommunikációt lehetővé tevő segélykérő távbeszélő rendszert építettek ki.

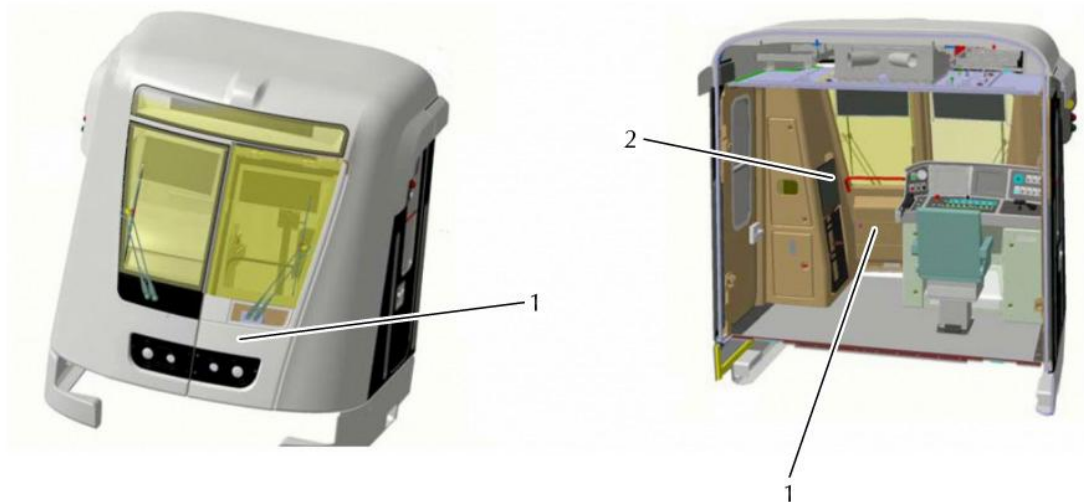
Mind az Ev (ezen belül: EvA, Ev3), mind pedig a 81-717 típusú kocsik 18,81 méter hosszúak, 2,67 méter szélesek és 3,66 méter magasak. Padlómagasságuk 1,18 méter, tömegük üresen – típustól függően – 32 és 33 tonna között mozog. A vonatokat 750 V egyenáram működteti, a kocsik egyenként is feszültségmentesíthetőek.

A járműszerkevény hengerelt, sajtolt és hegesztett acélszerkezetű. A kocsik padlózatának alapját az alvázra hegesztett, bordázott acéllemezek képezik, melyet azbesztlemezzel és rétegelt falemezzel borít. A padlózatot a kocsi belsejében linóleum, vagy műanyag burkolat fedi. Az utastér oldalfalának és mennyezetének burkolata laminált farostlemez. Az ülések anyaga habosított műanyag, textil vagy műbőrborítással. A kocsik mindkét oldalon 4 db kettős, távvezérelhető, elektropneumatikus tolóajtóval vannak felszerelve, melyek szélességi mérete 1208 mm. A kocsik végében található homlokajtók biztosítják, hogy a szerelvény végigjárható legyen, meggyorsítva ezáltal az utasok mentését.

Tervbe van véve, hogy a tűzbiztonság javítása érdekében a közeljövőben ezeknek a járműveknek egy részét modern tűz- és füstérzékelő berendezésekkel szereljük fel. Ennek az első lépése már meg is történt, hiszen elkészült az a prototípus, amit jelenleg a hatóságok vizsgálnak.

Szót kell ejteni azokról az új, francia-lengyel gyártmányú Alstom Metropolis szerelvényekről is, amelyek várhatóan az év végén fognak szolgálatba állni. A 2-es metró vonalára összesen 22 ilyen szerelvényt szánnak. A vonat öt kocsiból áll, melyek egyenként 20 méter hosszúak, 3,1 méter magasak, 32 tonna súlyúak és mintegy 200 utas szállítására alkalmasak. Az életmentés szempontjából fontos újdonságnak számít, hogy a szerelvény egyterű, azaz teljes hosszában átjárható.

A szerelvény két végén található – vezetőfülkével ellátott – motorkocsik menekítő ajtóval vannak felszerelve. (2. ábra) Ez az ajtórendszer lehetővé teszi vészhelyzetben az utasok vágányszintre történő kiszállását.



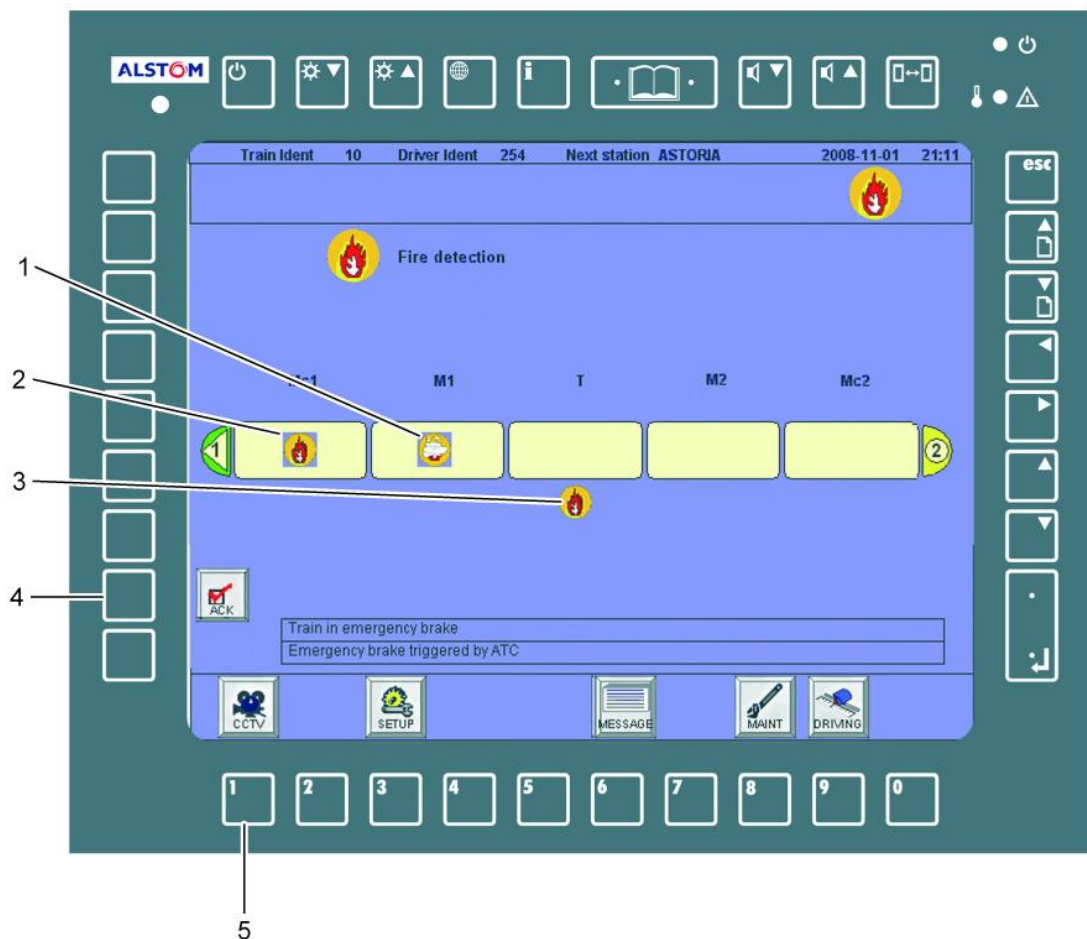
1: menekítő ajtó 2: ajtónyitó kar

2. ábra: Az Alstom Metropolis motorkocsik menekítő ajtaja (forrás: Alstom)

A menekítő homlokajtót csak a központi forgalmi menetirányító által kiadott engedély után szabad kinyitni. Az ajtó csak a jármű belsejéből nyitható, a biztonsági reteszelés feloldása után, a vezetőfülke belső oldalára felszerelt kar segítségével.

A menekítő ajtó az állomások közötti alagútszakaszban csak vészhelyzetben nyitható. Amennyiben a vonat képes elérni egy állomást az utasok biztonságának veszélyeztetése nélkül, akkor a menekítést az oldalsó utas ajtókon keresztül kell végrehajtani a peronra.

Ha a vonaton tűz keletkezik, akkor arról az alvázba és az utastérbe elhelyezett hő- és füstérzékelőknek köszönhetően a járművezető azonnal tudomást szerez. A kijelző képernyőn megjelenik és folyamatosan villog a „tűzészlelés riasztási ikon”, valamint a riasztás nyugtázásáig egy 15 másodpercenként hallható akusztikus jel is figyelmezteti a vezetőt. A tűzjelzés után a vezető a vonat felülnézeti ábráján (3. ábra) rögtön láthatja a tűz helyét.



3. ábra: A budapesti Alstom Metropolis szerelvény „Tűzriasztás képernyője” (forrás: Alstom)

Számozás a 3. ábrán	Ikon	Jelentés
1.		a kocsi belsejében jelzi az adott kocsiiban a füst riasztást
2.		a kocsi belsejében jelzi az adott kocsiiban a füst és/vagy tűz riasztást
3.		a kocsin kívül jelzi az adott kocsiiban a füst és tűz riasztást, az adott kocsi alváza alatt

A nyugtázó gomb (4) lehetővé teszi a vonatvezető számára a tűz észlelés nyugtázását, amely leállítja a hangjelzést és az ikon villogását.

A zárt láncú TV gomb (5) lenyomásával a kettős kamera képernyő automatikusan megjeleníti a megfelelő videó képet.

A modern informatikai és érzékelő berendezések köszönhetően a vezető sokkal hamarabb tudomást szerezhet egy kezdődő tüzről, így ezáltal hamarabb megteheti a szükséges intézkedéseket. Összességében tehát kijelenthető, hogy az új Alstom Metropolis szerelvények forgalomba helyezésével javulni fog az utasok biztonsága.

2.5. A vonal felújításának tűzvédelmi vonatkozásai

A kelet-nyugati vonal 1970-72-ben üzembe helyezett tűzjelző berendezéseit 1980-84. között átépítették, azóta azonban ezek elhasználódtak, a mai követelményeknek, szabványoknak már nem feleltek meg. Mind a tűzjelző központ, mind a hálózat teljes felújításra, korszerűsítésre szorult. Ugyancsak felújításra, átépítésre szorultak az állomások és a vonali alagutak tűzoltóvíz vezetékei és tűzcsapjai is.

2004-ben az üzemi és a szolgálati terekben tűzszakaszokat alakítottak ki. Az állomásperonok mellé, illetve alá, valamint a mozgólépcső lejtaknába vízköddel oltó berendezést telepítettek (1. kép), amely védi a peronok alatti kábeltereket, valamint a mozgólépcsők alsó szerkezetét és a bejárati csarnokokban található állomási ügyeletési szolgálati helyiségeket.

A főszellőztető ventilátorokat kicserélték, változtatható forgásirányú ventilátorokat építettek be, melyek teljesítménye körülbelül 162 000 m³/óra és páronként kerültek elhelyezésre. Emellé még a füstmentes kiürítés biztosításához a mozgólépcső lejtaknába két-két sugárventilátort szereltek fel, melyek teljesítménye egyenként körülbelül 45 000 m³/óra. A ventilátorok a lejtakna felső egyharmadában és alsó egyharmadában lettek párban elhelyezve.

A peronokon olyan segélykérő oszlopokat építettek ki, melyekbe tűzjelző kézi jelzésadó, áramtalanítókapcsoló, a forgalmi ügyelettel kapcsolatot teremtő távbeszélő és egy tűzoltó készülék lett beszerelve. A tűzoltókészülék dobozának ajtaja mágneszárral van rögzítve, mely a tűzjelző bekapcsolása esetén automatikusan old.



1. és 2. kép: Balra a peronok mentén végighúzódo vízköddel oltó rendszer szórófejei, jobbra a tűzjelző hálózat kezelőfelülete (forrás: saját fotók)

Az automatikus tűzjelzőhálózat főközpontja a műszaki diszpécserhelyiségben, alközpontjai az állomások műszaki ügyeletén kerültek elhelyezésre. (2. kép) A főközpontban a memóriatábla alapján az állomásokat tudják azonosítani, az alközpont memóriatáblája szerint pedig a tűz keletkezési helyének környezetét, a hurokszámot, melyre az érzékelők telepítve vannak. A jelzőhurkok egymástól függetlenül vizsgálhatók, ellenőrizhetők. Az állomások peronjain (azok teljes hosszában 3-3 darab) és a forgalmi ügyeleten az indítófülkében kézi jelzésadókat építettek be. A felújítás során a régi, elavult füstérzékelőket kicserélték. Az új érzékelők kiválasztásánál figyelembe vették a metró területén lévő állandó huzathatást, és ennek függvényében pontszerű optikai füstérzékelőket telepítettek.

3. TŰZKELETKEZÉSI OKOK

A megelőző tűzvédelem egyik legfontosabb eleme a lehetséges tűzkeletkezési okok feltárása és elhárítása. A metró esetében ezeket az okokat 5 csoportba tudjuk sorolni.

A tűzkeletkezés okai lehetnek:

- műszaki meghibásodás
- emberi gondatlanság
- szándékos gyújtogatás
- baleset
- terrortámadás

3.1. Műszaki meghibásodás

A fővárosi metró területén keletkezett tüzek okait megvizsgálva levonható az a következtetés, hogy a lista első helyén a villamos energia áll. Az elektromos hiba miatti tűzkeletkezés szempontjából az erősáramú kábelek, illetve az erősáramú berendezések (főbiztosító, kapcsoló berendezések, áramátalakítók) jelentik a legnagyobb veszélyt.

Az alagutakban lefektetett erős- és gyengeáramú kábelek állomások közötti hossza elérheti a 75-80 km-t is. A kábelek 70%-a erősáramú, 30%-a gyengeáramú. A kétféle kábel egymástól többé-kevésbé elválasztva, az állomásokon szétválasztás nélkül, rendezetlenül fekszik.

A kocsikban található erősáramú berendezések a kocsipadló alatti acéllemez tokozású szekrényekben és dobozokban helyezkednek el. A kábelek nagy része viszont szabadon fut.

A BKV számára napi rendszerességgel előforduló gondot jelent, hogy az Ev kocsikat elsősorban az orosz nagyvárosok metróvonalainak jellegzetességei alapján tervezték. Ott az állomások közötti átlagos távolság megközelítőleg 2000 méter (de

Moszkvában van például egy 6627 méteres szakasz is), szemben a budapesti kelet-nyugati vonallal, ahol ez ennek a fele, 1000 méter. Ebből kifolyólag – a sűrű gyorsítások és fékezések miatt – a kábeleknek és fékberendezéseknek nincs idejük menet közben olyan mértékben lehűlni, mint ahogyan azt az orosz mérnökök elképzelték.

Tehát a kocsipadló alatt az indító és fékellenállások jelentős hőt termelnek, amely a motorkocsik padló alatti kábeleinek, vezetéseinek a szilikon szigetelését tönkretelheti. A hibás szigetelésű kábel pedig rövidzárlatot okoz, amennyiben két különböző feszültségű vezeték fémes kapcsolatba kerül egymással. Elektromos berendezéseknél ez jellegzetes hiba, mivel a kis átmeneti ellenállás következtében zárlati áram indul meg, mely a normális üzemi áramfelvételnél nagyságrendekkel nagyobb is lehet. Ez vezethet a vezetékek elolvadásához, összeégéséhez, a szigetelések kigyulladásához.

További tűzkeletkezési ok lehet a túlterhelés, amely a berendezés üzemszerű, de a megengedettnél nagyobb igénybevételénél jelentkezik, illetve a csatlakozási pontoknál a magas hőtermeléssel jelentkező nagy átmeneti ellenállás, amely az elektromos kötések nem megfelelő érintkezése miatt jöhet létre.

Bár nem sorolható teljesen a műszaki meghibásodások csoportjába, de az elektromos hibákhoz kapcsolódóan meg kell említeni az ívjelenséget, ami üzemszerű működés során a vonat áramszedő papucsainak a feszültség alatt lévő áramvezető sínről való eltávolodásakor figyelhető meg. Ez képes meggyújtani a sínek környezetében felhalmozódott kenőanyag-maradványokat (különböző zsírok és olajok) és az utasok által eldobált hulladékokat (újságok, szórólapok, péksüteményes papírzacskók).

A műszaki meghibásodások másik csoportja mechanikai behatások következtében jön létre. Itt elsősorban a fékrendszer meghibásodását kell megemlíteni. Ilyenkor az úgynevezett hőfutás vagy a szoruló fék miatt jelentős mennyiségű hő keletkezik és szikrázás figyelhető meg, amely szintén meggyújthatja a környezetében lévő éghető anyagokat.

3.2. Emberi gondatlanság

A további tűzkeletkezési okokat vizsgálva előkelő helyet foglal el a különböző karbantartási, üzemeltetési és használati előírások gondatlan vagy szándékos megsértése. De ide soroljuk a dohányzást, a nyílt láng használatát, a tűzveszélyes folyadék, gázpalack és robbanóanyag szállítását, tárolását is.

A karbantartási és üzemeltetési előírások megsértésére jó példa az a tüzeset, amely 1976-ban a Batthyányi téri állomástól nem messze, egy nehezen megközelíthető szellőztető gépházban keletkezett és érintette az adott alagútszakaszt is. A gépházban a finomporszűrők feletti, acéllemezből készült szellőztető vezetékot autogén lángvágóval vágták szét, de a gyúlékony szűrőbetéteket a szűrődobokból nem vették ki. A vágáskor keletkezett lehulló fémömladék a papír szűrőbetéteket meggyújtotta. A munkavégzők egyike a tüzet látva ijedtében a szellőztető berendezés ventilátorát rövid időre beindította, aminek hatására a tűz még intenzívebbé vált. Végül a tüzet – légzőkészüléket használva – a tűzoltók oltották el, akiket – ugyancsak légzőkészüléket használva – az állomás műszaki ügyeletes vezetett a kárhelyre.

3.3. Szándékos gyújtogatás

Szerencsére a budapesti metró területén olyan komolyabb tüzeset még nem fordult elő, amelyet szándékos gyújtogatás okozott volna. Azonban nem szabad kizárni, hogy egy ilyen bármikor bekövetkezhet.

Jó példa erre a dél-koreai Tegu város metróalagútjában keletkezett tűz: 2003. február 18-án a reggeli órákban egy középkorú férfi öngyilkossági szándékkal a metrókocsiban akart meggyújtani egy éghető folyadékkal teli műanyag palackot. A kísérletet az utasok próbálták megakadályozni, de a dulakodás közben pillanatok alatt lángra kapott az utastér. Az égő szerelvény még be tudott érni a legközelebbi állomásra, ahol aztán az utasok pánikszerűen menekültek. Azonban a legtöbb áldozatot mégis az az emberi mulasztás követelte, hogy a forgalmi menetirányító nem állította le a másik irányból érkező szerelvényt, így az a füsttel teli állomásra állt be,

közvetlenül a lángoló szerelvény mellé. Néhány másodperccel később pedig a tüzet észlelő automatika feszültségmentesítette a pályát, ezzel lehetetlenné vált a bajba jutott vonat továbbhaladása és az ajtók sem nyíltak ki. A tragédia 198 halálos áldozatot és 147 sérültet követelt.

3.4. Baleset

A különböző biztonsági intézkedéseknek köszönhetően rendkívül kicsi annak az esélye, hogy a kelet-nyugati vonalon egy olyan utoléréses baleset következzen be, melynek következtében a metrószerelvények kigyulladnának. Azt azonban nem szabad elfelejteni, hogy ezek a biztosító berendezések is bármikor csődöt mondhatnak, így nem zárható ki teljes mértékben ez a tűzkeletkezési forma.

A másik balesetforrás lehet a kisiklás, mely legvalószínűbb esetben a sínkapcsolatokon való áthaladáskor történhet meg. A kelet-nyugati metróvonalon három olyan hely – a Déli pályaudvar, a Deák tér, valamint a Stadionok állomás – van, ahol váltókon kell áthaladnia a szerelvényeknek. Megnyugtató lehet az a tény, hogy a vonal közel négy évtizedes fennállása alatt utasokat szállító kocsit még sohasem siklott ki. Azonban 2007 júliusában a Deák térenél egy úgynevezett kihúzóvágányra hajtó üres szerelvény első kerekei leugrottak a sínről. Egyedül a metró vezetője tartózkodott a járművön, neki nem esett baja. A kis sebességnek köszönhetően sem tűz, sem jelentős anyagi kár nem keletkezett.

3.5. Terrortámadás

A terrorszervezetek számára a városi személyközlekedés járművei és létesítményei könnyen felderíthető és támadható célpontot jelentenek. A közlekedési hálózat összetettsége ellenére viszonylag jól kiszámítható a forgalom nagysága, ciklikussága és iránya. A közlekedési eszközöket nagyszámú ember veszi igénybe, a tömeges jelenlét az adott viszonylat csúcsidejéhez kötött.

Az 1990-es évek második felében és az ezredforduló után leginkább a moszkvai metró biztonságát veszélyeztették a terroristák. Az orosz főváros metróhálózata ellen elkövetett csecsen terrorakciók közül a 2004. február 6-i robbantás járt a legsúlyosabb következményekkel. Ezen a napon a reggeli csúcsforgalom idején Zamoszkvorteszka metróvonalon közlekedő szerelvény egyik kocsijában az Avtozavodszkaja metróállomástól körülbelül 300 méternyire a metróalagútban történt robbantás. A terrortámadás következtében 38-an veszítették életüket, 122-en sérültek meg. Csak a metró vezetőjének és az utasok fegyelmezettségének volt köszönhető, hogy a detonáció miatt bekövetkezett tűzben nem lelték többen halálukat.

A londoniak félelme igazolódott be 2005. július 7-én, amikor a reggeli csúcsforgalomban terrortámadás-sorozat érte a közvélemény által csak „tube”-nak nevezett metróhálózatot. Londonban a metró a város egyik szimbólumának és büszkeségének tekinthető, így a célpont kiválasztásánál a terroristákat – az alacsonyabb kockázattal minél nagyobb eredményt elérni elv érvényesítése mellett az is motiválhatta, hogy a nagyváros fontos jelképét pusztítsák. A londoni metróhálózat elleni robbantás sorozat volt az első olyan terrorakció, amelynek során egy terrorcsoport egy nagyváros metróhálózata ellen összehangolt támadást tudott végrehajtani. ^[11]

A metrók ellen eddig elkövetett merényletek tapasztalatai rámutatnak arra, hogy milyen következményekkel járhatnak a terrortámadások a földalatti közlekedés utasaira, eszközeire és létesítményeire.

Továbbá nem zárható ki az sem, hogy a terroristák bevetik a klasszikus terrortámadás taktikáját, amikor a helyszínre érkezett mentőerők első hullámát is kiiktatják – jó példa a 2001. szeptember 11-i támadás. Erre ma már fel lehet készíteni a beavatkozó állományt, azonban meg kell jegyezni, hogy a mélyalagutak esetében a legnehezebb ezt kivitelezni, hiszen egyszerre nagyon sokan várhatnak a mentésre.

4. A TŰZ- ÉS FÜSTTERJEDÉS JELLEMZŐI

A téma tárgyalása során elengedhetetlen, hogy részletesen megvizsgáljuk, milyen intenzitással terjedhet a tűz a metrószerelvény belsejében, illetve mik jellemzik a füst viselkedését az alagútban.

Ha a különböző kiszolgáló helyiségeket nem vesszük figyelembe, akkor kijelenthető, hogy a metróalagutakban csak jelentéktelen mennyiségű olyan éghető anyag van, amely elősegítené a tűz terjedését. Ebből kiindulva megállapíthatjuk, hogy komolyabb tűz csak a szerelvényen jöhet létre.

A metrókocsikban legtöbbször az alábbi részegységekben keletkezhet tűz:

- motortérben
- áramfelvételi rendszerben
- kábelkötegekben
- fékrendszerben
- utastérben

Magyarországon különböző forgalmi és pénzügyi okok miatt még sohasem vizsgálták valós körülmények között az alagútban álló szerelvényen keletkezett tűz terjedésének jellemzőit. Ezért elsősorban külföldi kutatások alapján mutatom be, hogy mire számíthatunk ilyen helyzetben.

4.1. A tűzterjedés jellemzői a metrókocsikban

Az 1976-ban Torontóban és 1979-ben San Franciscóban történt metrótüzek után 1983-ban kanadai és amerikai mérnökök a gyakorlati megfigyelésekre alapozott kísérletet végeztek: egy 5 kocsiból összeállított, alagútban álló szerelvényen vizsgálták a tűz terjedésének fázisait.^[1] A kocsik hasonlóak voltak, mint a budapesti szerelvények.

A kísérlet során megfigyelt eseményeket, valamint az idő függvényében a tűz terjedésének fázisait az 5. számú táblázat foglalja össze.

Idő (perc)	Esemény
0-20	Kezdeti fázis: az 1. kocsi utasterében terjed a tűz.
20-40	Az 1. kocsinál bekövetkezik a flashover jelenség. Átterjed a tűz a 2. kocsira.
40-60	Az 1. kocsi továbbra is ég. Az 2. kocsinál bekövetkezik a flashover jelenség. A tűz átterjed a 3. kocsira.
60-80	Az 1. és 2. kocsi továbbra is ég. A 3. kocsinál bekövetkezik a flashover jelenség. A tűz átterjed a 4. kocsira.
80-100	Az 1. kocsi teljesen kiégett. A 2. és 3. kocsi továbbra is ég. A 4. kocsinál bekövetkezik a flashover jelenség. A tűz átterjed az 5. kocsira.

5. táblázat: A tűz terjedésének fázisai a kísérlet során

(forrás: Boon Hui Chiam – Numerical simulation of a metro train fire)

A kísérlet rávilágított, hogy ha a feltételezés szerint az alagútban egy álló helyzetben lévő szerelvény öt kocsijából a legelsőben keletkezik tűz, akkor körülbelül 80 perc elteltével már az ötödik kocsi is lángokban áll.

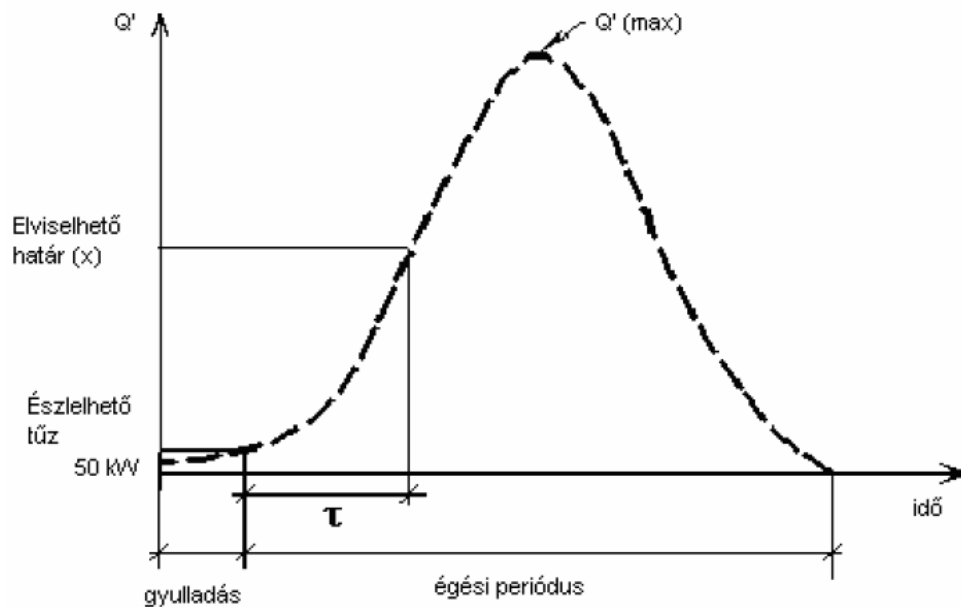
A fenti adatokból és tapasztalatokból megállapíthatjuk továbbá, hogy mire az első tűzoltóegység eléri az alagútban az égő szerelvényt (figyelembe véve a tűz kezdeti fejlődési idejét, valamint a jelzés, riasztás, vonulás és behatolás időtartamát, ez körülbelül 15-25 perc közé tehető), addigra már egy kiterjedt tűzzel találhatják szemben magukat: az elsőként kigyulladt kocsinál nagy valószínűséggel bekövetkezik a flashover jelenség és a szomszédos kocsikra is átterjedhetnek a lángok.

Szakmai körökben csak Euréka-kísérlet néven emlegetik azt a kísérletsorozatot, amely 1994-ben és 1995-ben zajlott kilenc nyugat-európai ország tűzvédelmi szakértőinek részvételével. A projekt célja az volt, hogy valós körülmények között

végzett mérések segítségével információkat gyűjtsenek a vasúti- és metróalagutakban keletkezett tüzek jellemzőiről. [5, 7]

A metróval kapcsolatos mérések Norvégiában egy 2,3 km hosszú, használaton kívüli alagútszakaszban történtek. A vizsgálat során használt metrókocsi átlagosnak tekinthető és nagyban hasonlított a budapesti szerelvényekre: 18 méter hosszú, 2,8 méter széles, 3 méter magas volt, fő elemei acélból és alumíniumból épültek. A kocsi 40 ülőhelyes, az ülések textilborítású poliuretán habszivacsból készültek. [11]

A tüzek méretét a mérnöki gyakorlatban a hőtermelési sebességgel (Q') célszerű jellemezni. [13] Mivel a „hőtermelési sebesség – idő” függvények jó iránymutatói a veszély fejlődésének (4. ábra), így az Euréka-kísérlet során is ezeknek az adatoknak a mérésére helyezték a fő hangsúlyt.

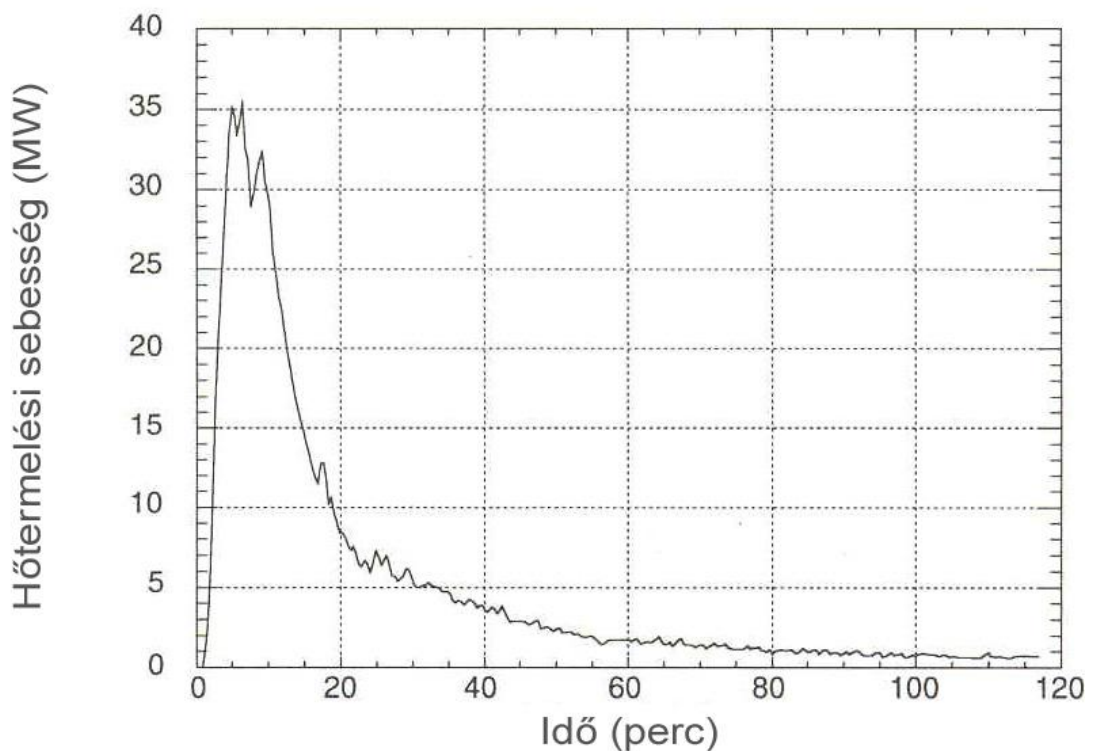


4. ábra: Hőtermelési sebesség – idő függvény egy általános bútordarab égésekor
(forrás: Dr. Beda László – Épületek tűzbiztonságának műszaki értékelése)

A mérések során (5. ábra) azt tapasztalták, hogy a meggyújtott kocsiban az első öt percben a hőmérséklet meredeken emelkedett. A hőtermelési sebesség értéke nem sokkal később, már a 7. perc környékén elérte a csúcsnak számító 35 MW-ot.

Összehasonlításképpen érdemes megemlíteni, hogy amikor egy lakóház átlagos méretű helyiségében a tűz eléri az 1 MW értéket (tehát a fenti eredmény 3%-át), akkor már bekövetkezik a flashover jelenség, a teljes szoba lángba borul, a hőmérséklet 800-1000 °C közötti tartományban mozog.

Figyelemreméltó az a tény, mely szerint az ugyanilyen körülmények között vizsgált vasúti személyszállító kocsinál csak harmad ekkora (13,5 MW) hőtermelési sebességet mértek. A szakemberek véleménye szerint ez a nagymértékű különbség az ülések eltérő anyagával magyarázható.



5. ábra: Az Euréka-kísérlet során végzett mérések a hőtermelési sebesség és az idő kapcsolatáról egy égő metrókocsi esetében (forrás: Boon Hui Chiam – Numerical simulation of a metro train fire)

Tovább elemezve a grafikont, egy 10 percig tartó meredek esés, majd egy másfélórás lassú lecsengési fázis volt megfigyelhető. A metrókocsi esetében végzett mérések alapján a 117 percig tartó kísérlet alatt az összes felszabaduló hő mennyisége elérte a(z) – igen magasnak számító – 36 900 MJ értéket.

4.2. A füstterjedés

Magyarországon 1989-ben végezték el az első olyan kísérleteket, amelyek a budapesti metróalagutakban vizsgálták a füstterjedés jellemzőit, valamint az üzemi szellőztetési rendszer vészhelyzetben történő működését. Fontos azonban kiemelni, hogy a mérések körülményei miatt az eredmények nem tekinthetők objektívnek, a levont következtetések nem lehetnek tudományos értékűek.

4.2.1. A füstterjedés jellemzői a metróalagútban

Az alagutakban keletkezett metrótüzekre jellemző, hogy a kocsikba épített éghető anyagok és a fellépő oxigénhiány miatt előbb-utóbb biztosan kialakul a tökéletlen égés, melynek következménye a rendelkezésre álló teret igen gyorsan kitöltő sűrű, tömény füst, valamint egyéb éghető és mérgező égéstermékek. Az alagútban a füst áramlását több tényező befolyásolja: az alagút formája és vertikális vonalvezetése, a vonatok által keltett huzathatás, a mesterséges szellőztetés légáramlata, valamint a külső és belső hőmérsékletkülönbség.

A füst terjedésének empirikus úton történő vizsgálata megállapította, hogy a mélyalagútban a – magas hőmérséklete miatt az alagút felső harmadában áramló – füst a fokozatos lehűlés után viszonylag rövid időn belül körgyűrű formában felveszi az alagút alakját. A kör keresztmetszetű alagútban tehát nem érvényes az az általános tapasztalat, hogy az oxigéndús tiszta levegőhöz legtovább általában a helyiség legmélyebb pontján lehet jutni. ^[18] Ez a jelenség azért figyelemreméltó, mivel a menekülést megkísérlő emberek viszonylag hamar kerülhetnek füstterhelés alá.

Azt azonban lényeges leszögezni, hogy a vizsgálat során (ahogyan a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság által szervezett metrógyakorlatok nagy részén) használt füstképző eszközök úgynevezett hideg füstöt képeztek, amely nem a valós tűzeseti körülmények szerinti terjedési jellemzőket produkálta. Egy éles helyzetben a jóval magasabb hőmérséklet és a folyamatos utánpótlás miatt a füst lehűlése valószínűleg

jóval később következik be, ebből következően az alagút alsó felének telítődése is későbbi időpontra tehető.

4.2.2. A füstterjedés jellemzői a metrókocsik utasterében

A metrókocsikban menet közben az utasok számára a friss levegőt természetes úton, úgynevezett légöblítéses módszerrel biztosítják. Tehát a külső térben keletkezett tűz esetén ezeken a szellőzőjáratokon a füst elvileg szabadon áramolhat az utasterbe.

Az 1989-es magyar kísérletek során azonban megfigyelték, hogy a kocsik belsejébe a füst csak kis mértékben áramlott be, a belső légtér – amennyiben az ablakok és ajtók zárt állapotban voltak – viszonylag sokáig maradt füstmentes, vagy a tűréshatár alatti mértékben szennyezett.

Ebből kifolyólag egy viszonylag rövid idő alatt eloltható, kis kiterjedésű tűz esetén célszerű minden eszközzel megakadályozni a pánik kialakulását, mivel a nem égő zárt kocsiból való kitörés nagymértékben megnöveli a füstmérgezés veszélyét.

4.3. Hő- és füstelvezetés

A metróvonal tervezésének első időszakában (1950 körül) szó sem esett hő- és füstelvezető berendezés kiépítéséről. Erre a problémára a világon gyors ütemben szaporodó metróhálózatok és az ezekben keletkezett tüzesetek hívták fel a szakemberek figyelmét.

Az Országos Tűzvédelmi szabályzat (továbbiakban OTSZ) konkrétan meghatározza, hol kell gondoskodni hő- és füstelvezetésről, de ebbe a körbe a földalatti közlekedési építmények nem tartoznak bele, illetve nem létezik ide vonatkozó tűzvédelmi szabályozás – pedig a biztonságos kiürítés szempontjából szükséges feltételként kellene meghatározni.

Az állomások friss levegő biztosítását a főszellőző-aknák vízszintes elhúzásában telepített nagyteljesítményű reverzibilis ventilátorok biztosítják. Ezek együttműködnek a vonali főszellőző-aknában elhelyezett ventilátorokkal. (3. kép) Valamennyi főszellőzőnél 2 db ventilátor lett beépítve.



3. és 4. kép: Balra a Keleti Pályaudvar és a Stadionok állomások között található egyik vonali főszellőző ventilátor, jobbra a mozgólépcső lejtaknájába épített sugárventilátorok a Keleti Pályaudvarnál (forrás: saját fotók)

A felszínre történő menekülés biztosítása érdekében a mozgólépcső-lejtaknák mennyezetén 4 db sugárventilátor van elhelyezve. (4. kép) A ventilátorok közvetlenül a helyszíneken vagy a műszaki diszpécserközpontból, illetve a műszaki ügyeletről működtethetők.

A metró kelet-nyugati vonalán telepített szellőző rendszerek 2 üzemmódban működhetnek:

- *Normál üzemmód:* célja az állomások és az alagutak állandó szellőztetésének biztosítása, mely az utasok és a metró alkalmazottai számára általános jó környezetet teremt, valamint minimalizálja a hőmérsékletet és a CO₂ szintet a távvezérlés (forgásirány; kis, illetve nagy fordulatszám) segítségével

- *Tűzeseti üzemmód:* célja, hogy tűz esetén biztosítsa a hő- és füstelvezetést, valamint füstmentes menekülési útvonalat létesítsen az állomáson tartózkodók számára legalább 10 percig. Ezen idő eltelte után a ventilátorok leállnak, melyet a műszaki ügyeletes újra tud indítani, ha szükséges.

Sorszám	Darab	Elhelyezkedés	Üzemmód	Teljesítmény ventilátoronként		Ford.szám (ford/perc)
				m ³ /s	TPa	
1.	2	Deák tér	Tűzeset	45,00	1345	1490
			Normál	16,67	185	552
2.	2	Astoria	Tűzeset	45,00	1215	1490
			Normál	35,00	735	1159
3.	2	Blaha Lujza tér	Tűzeset	45,00	1380	1490
			Normál	16,94	196	561
4.	2	Rákóczi út (6-os akna)	Tűzeset	45,00	1700	1490
			Normál	34,72	1012	1150

6. táblázat: Példa a ventilátorok működésére, ha az Astoria állomáson vagy egy ahhoz közeli alagútszakaszban keletkezik tűz (forrás: BKV Tűzvédelmi Terv)

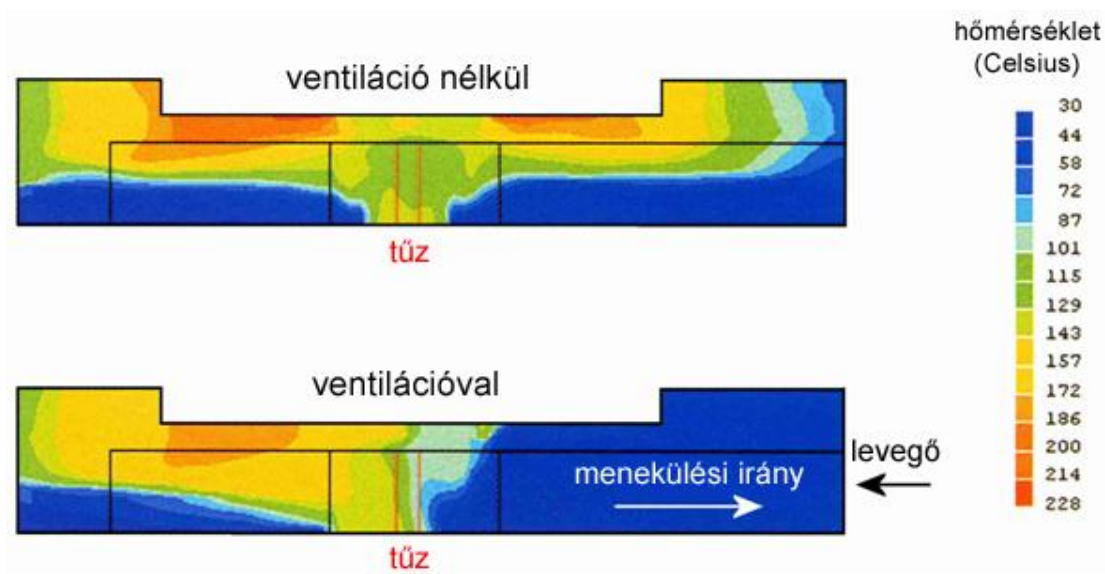
Fontos megemlíteni, hogy a tűzeseti üzemmód csakis vészhelyzetben használható, mivel ebben a módban a rendszer nagy teljesítményű működésre van kényszerítve anélkül, hogy figyelembe vehetné a frekvenciaváltóból érkező hiba- és vészjelzéseket (mint például áramerősség-túlterhelés). Ennek a működési módnak a célja az, hogy valós vészhelyzet esetén a ventilátor ne álljon le semmilyen vészjelzésre.

4.4. A füst irányíthatósága az alagútban

A főszellőző ventilátorok tűz esetén automatikusan leállnak. A tűz elhelyezkedésének függvényében a tűzoltásvezető utasítására a ventilátorok befúvás vagy elszívás módban működtethetőek, hogy füstmentes útvonalat biztosítsanak az alagútban.

Abban az esetben, ha a vonali főszellőzők és a sugárventilátorok segítségével a mesterséges szellőztetés beindul, és a ventilátorok kintről befelé fújva friss levegővel

látják el az állomást és az alagútszakaszt, akkor az égés intenzitása nagymértékben növekszik, a légmozgás a különböző légrétegeket összekeveri, a füst az elszívási oldal felé kezd áramolni. (6. ábra) Ezzel elérhető, hogy a szellőztetési iránnyal megegyező szakaszon a mentési tevékenység eredményessége és az ott tartózkodók kimenekülési esélyei jelentősen megjavulhatnak – legkedvezőbb esetben megközelítheti a 100%-ot is.



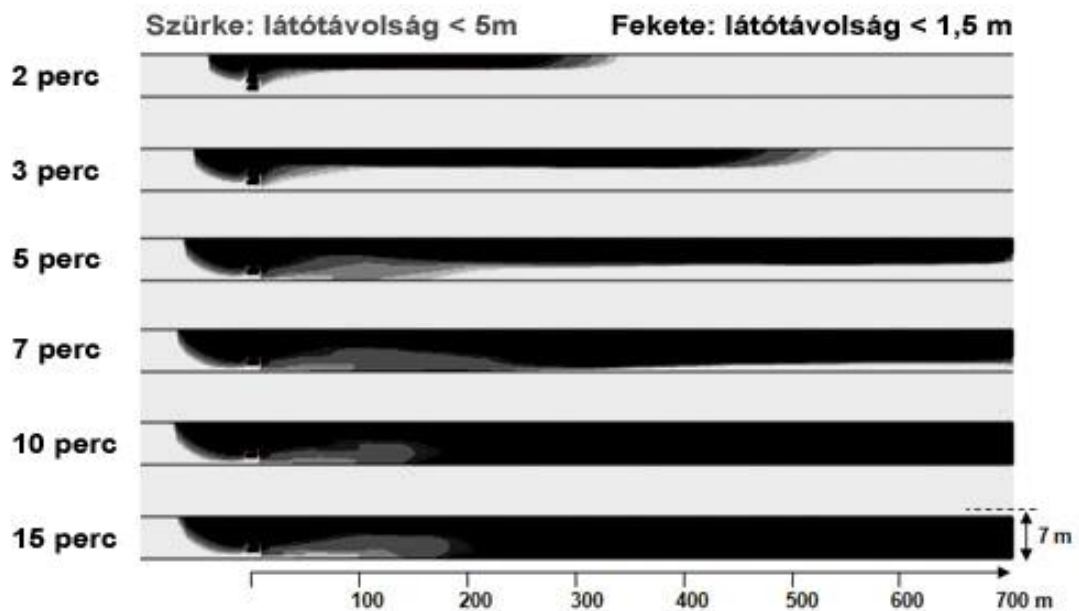
6. ábra: A füst hőmérsékletének és terjedési irányának változása az alagút hosszkeresztmetszetében a ventilátorok beindítása után 3 perc elteltével (forrás: flowsolve.com alapján)

Azonban a ventilátorok használatát a mentési tevékenység eredményessége, valamint az alagútban és a szerelvényben tartózkodók életben maradásai esélyei szempontjából vizsgálva figyelemre méltó körülmény, hogy a szellőztetés keltette légáram következtében kialakuló intenzív hő- és füstáramlás mind a menekülés, mind a menekítést nagymértékben megnehezíti a szerelvénynek és az alagútnak a tűz helyszínétől az elszívási irány felé eső szakaszán. ^[18]

Az így kialakult helyzetre szomorú példa az 1995-ös bakui tüzeset, amely során az alagútban kigyulladt szerelvényből az utasok nagy része a távolabbi, 2000 méterre lévő állomás felé tudott csak menekülni. A ventilátorok beindítása után a füst teljesen kitöltötte az alagutat. Ennek következtében 40 ember vesztette életét menekülés közben, és közel 200-an szenvedtek légzőszervi károsodást. A fentiekből jól látszik,

hogy a szellőztető és sugárventilátorok beindításának, illetve a légszállítási irány megválasztásának sorsdöntő jelentősége van. Ez a feladat a budapesti metróvonalakon a műszaki diszpécserre hárul.

Ha az alagútban tüzeset következik be, akkor első lépésben célszerű haladéktalanul intézkedni az esetlegesen működő valamennyi vonali és állomási főszellőző leállításáról. Ezután a megtett intézkedéseket mielőbb jelenteni kell a tűzoltás vezetőjének, ugyanis a szellőztetési iránnyal szemben lévő állomáson a nagymértékű füstterhelés miatt nem alakítható ki mentési, műszaki bázishely. Ugyanakkor a menekülési útvonal meghosszabbodása mellett nyilvánvalóan megnövekszik a menekítést végrehajtók behatolása útvonala is, amely döntő mértékben befolyásolhatja a mentés eredményességét.



7. ábra: Látótávolság alakulása a mesterséges szellőztetés beindítása után
(forrás: Boon Hui Chiam – Numerical simulation of a metro train fire)

Összefoglalva kijelenthető, hogy a nem megfelelő módon működtetett mesterséges szellőztetés csökkentheti a veszélybe került utasok életben maradási esélyeit, és megnehezíti a mentést végrehajtók tevékenységét.

5. TŰZJELZÉSTŐL A KIÉRKEZÉSIG

5.1. Tűzjelzés

A kelet-nyugati vonalon ki van építve az automatikus tűzjelző hálózat, de ha a metrókocsi utasterében keletkezik tűz, arról az utasok a segélykérő távbeszélő rendszeren keresztül tájékoztathatják a járművezetőt, aki URH-rádióval azonnal közli a legszükségesebb információkat a központi forgalmi menetirányítóval. A központi forgalmi menetirányító a tűzjelzést a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság Hírközpontjába továbbítja a közvetlen tűzjelző telefonon.

A tűzoltóság híradóügyeletesének az alapinformációkon túl (a káreset helye, mi ég, mit veszélyeztet a tűz, van-e életveszély, káreset terjedelme, jelentő személy neve és elérhetősége) informálódnia kell a jelzésig megtett intézkedésekről és a kiürítés helyzetéről. Ha a szerelvény az alagútban rekedt, akkor meg kell tudnia, hogy melyik állomáshoz tartózkodik közelebb.

5.2. Riasztás

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság Hírközpontja az alagútban rekedt metrószerelvény tüzesetéhez a két legközelebbi állomásra egy-egy IV-es/kiemelt riasztási fokozatot rendel el.

A riasztás elrendelése kapcsán azonban felmerül egy probléma: a Hírközpont által használt ERIR nevű számítógépes riasztási programban nincs lehetőség egy tüzesethez két helyszínt hozzárendelni. Ezért a riasztásokat két kezelőnek kell a két szomszédos állomás címére külön-külön végrehajtania, mintha különálló tüzesetekről lenne szó. Tételezzük fel, hogy „A” és „B” állomás között keletkezett a tüzeset, a szerelvény „B” állomáshoz közelebb rekedt az alagútban. Előfordulhat, hogy a két híradóügyeletes közül az egyikük gyorsabban tölti ki a riasztási adatlapot, és így ő az „A” állomásra hamarabb rendeli el a riasztást. Ebben az esetben a „B” állomásra – ahol a mentésnél nagyobb szükség lenne a tűzoltói erőre és az oltás is hamarabb

megkezdhető – csak jelentős késéssel, a távolabbi tűzörségek szerei vonulnak, ami komoly időkiesést okoz. Ezért is rendkívül fontos, hogy a tűzjelzést fogadó híradóügyeletes információkat szerezzen a tűz pontos helyéről, illetve hogy a Hírközpont állománya jól együttműködve végezze a munkáját.

A híradóügyeletnek – a riasztás végrehajtása után, vagy azzal párhuzamosan – intézkednie kell a mentők, a közművek illetékeseinek és a rendőri erők kirendelésére, illetve szükség esetén a szabadnapos állomány berendelésére.

5.3. A fővárosi tűzoltóság szervezési specialitásai

A metróalagútban keletkezett tűzhez történő riasztás kapcsán szót kell ejtenünk azokról a szervezési specialításokról, amelyek a Fővárosi Tűzoltóparancsnokságot jellemzik.

Tűzoltási Csoport

Budán az Újbudai Tűzörségen és Pesten a Józsefvárosi Tűzörségen áll készenlétben a tűzoltás irányítására szervezett 4-4 fős tűzoltási csoport, akik a kerületi rajparancsnokokhoz képest nagyobb tűzoltás-vezetői, irányítói tapasztalatokkal rendelkeznek. Vonultatásukra minden speciális esetben – így a metró eseményekhez történő riasztáskor is – sor kerül.

Roham

A budai (Tádé Tűzörség) és pesti (Józsefvárosi Tűzörség) Roham gépjárműfecskenők az adott tűzoltási csoportokkal együtt kerülnek riasztásra, és végig az ő irányításuk alatt dolgoznak a kárhelyszínen. A szerek málházása szinte teljes mértékben megegyezik a többi gépjárműfecskenővel.

Doktor

A IX. kerületben a Ferencvárosi Tűzörségen található a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság Készenléti Egészségügyi Szolgálatának – a Doktornak – állomáshelye. Elsődleges feladatuk a beavatkozó tűzoltók egészségügyi biztosítása és

sérülésük esetén az elsődleges ellátásuk, másodsorban a civil sérültek ellátása a veszélyzónán belül. Áthidalják a mentők helyszínre érkezéséig eltelt időt, illetve a veszélyzóna határát. Ez az egyetlen olyan egység, amelynek speciális felszereltsége és tudása lehetővé teszi, hogy megközelítsenek olyan kárhelyeket (így a metró területét is), ahova a mentőszolgálat tagjai nem mehetnek be.

Légzőbázis

Az I. és IV. kerületekben áll készenlétben egy-egy Iveco Daily alvázra kialakított légzőbázis. Ezeket a szereket a metró területén keletkezett tüzekhez minden esetben riasztják, ugyanis feltételezhető, hogy a légzőkészülékek tömeges és hosszú ideig tartó használatára lesz szükség, amihez a gépjárműfecskendőkre málházott légzőkapacitás nem elegendő.

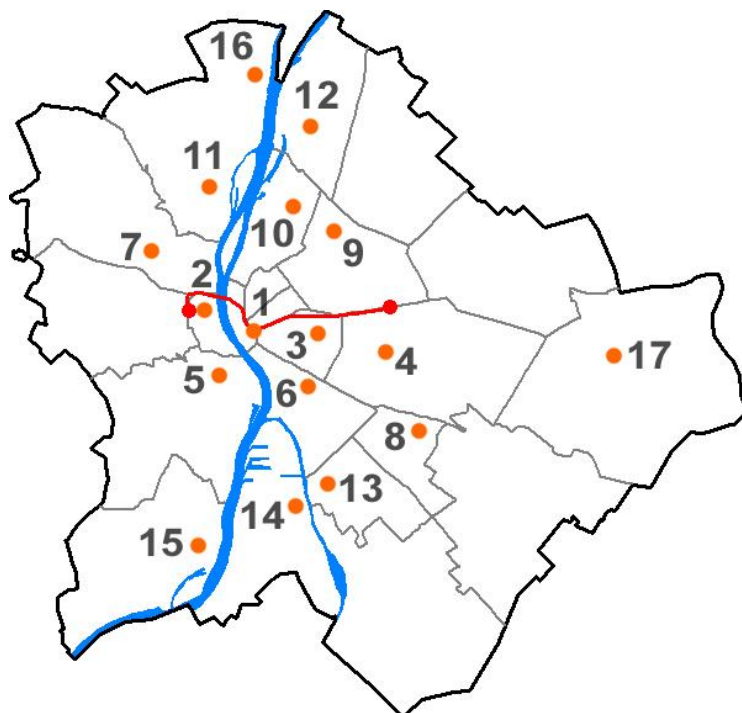
Biztonsági tiszt

A biztonsági tiszt és az ellenőrző tiszt a tűzoltásvezető alárendeltségében tevékenykedik. Feladatuk a beavatkozások alkalmával a tűzoltásvezető segítése. Figyelemmel kísérik a beavatkozó állomány bevetési körülményeit, annak veszélyeit, regisztrálják a bevetési létszámot, a bevetések időintervallumait, az állomány rotációját, a védőeszközök, felszerelések állapotát, bevetetőségét, a szükséges biztonsági szabályok betartását, a biztonságot elősegítő technikák alkalmazását.

5.4. Vonulás

A riasztott rajoknak a vonulást megkülönböztető fény- és hangjelzés egyidejű használatával, a legelőnyösebb útvonalon, a lehető leggyorsabban, a közlekedésrendészeti szabályok betartásával kell végrehajtaniuk.

Vonulás közben a gépjárműfecskendők parancsnokai szóban felkészítik beosztottjaikat a várható feladatokra és a lehetséges veszélyekre, utasítást adnak a légzőkészülékek felvételére, valamint a Revitox mentőálcok és az egyéb szükséges felszerelések készenlétbe helyezésére, magukhoz vételére.



1. Belvárosi Tűzország
2. Tádé Tűzország
3. Józsefvárosi Tűzország
4. Kőbányai Tűzország
5. Újbudai Tűzország
6. Ferencvárosi Tűzország
7. Közép-budai Tűzország
8. Kispesti Tűzország
9. Zuglói Tűzország
10. Angyalföldi Tűzország
11. Óbudai Tűzország
12. Újpesti Tűzország
13. Erzsébeti Tűzország
14. Csepeli Tűzország
15. Budafoki Tűzország
16. Békásmegyeri Tűzország
17. Rákoskeresztúri Tűzország

8. ábra: A fővárosi tűzorségek elhelyezkedése a kelet-nyugati metróvonalhoz viszonyítva (forrás: saját rajz)

A több irányból érkező rajok közlekedését, a helyszín megközelítését a csúcsforgalmi időszakban kialakult forgalmi viszonyok, illetve a kárhely közvetlen közelében a nézelődő civilek óhatatlanul akadályozzák. Ezek megelőzése és elhárítása érdekében a rendőrség segítségét kell igénybe venni. A szereknek a helyszínre kiérkezve a legelőnyösebb felállítási helyet kell kiválasztaniuk, úgy, hogy a később érkező rajok felvonulását ne akadályozzák.

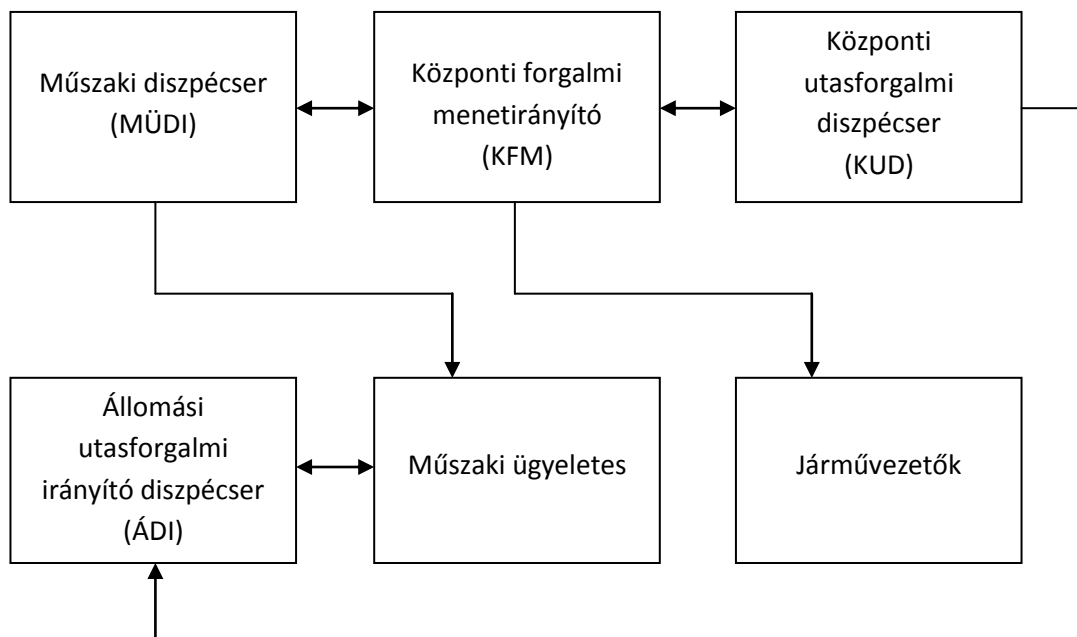
5.5. A metró dolgozóinak feladata

A *központi forgalmi menetirányító* a tűzjelzés után azonnal intézkedik a vonalon közlekedő valamennyi szerelvény legközelebbi állomásra való beállításáról és az utasok kiszállításáról, valamint átvezényli a nélkülözhető dolgozókat az érintett két állomásra az utasáramlás irányítására.

A *forgalmi ügyeletes* a forgalmi dolgozókkal intézkedik az utasok eltávolításáról, az állomások bejáratainak őrzéséről, valamint az első tűzoltóegység kiérkezéséig

gondoskodik arról, hogy a metróalagút szomszédos állomásain 1 mozgólépcső lefelé, az összes többi felfelé üzemeljen. További feladata, hogy folyamatosan tartsa a kapcsolatot a központi forgalmi menetirányítóval.

A *műszaki ügyeletes* feladata a pálya feszültségmentesítése (majd ennek jelentése rádióon keresztül a központi forgalmi menetirányító felé), valamint a rendelkezésre álló légzőkészülék használatával a tűz helyének felderítése és az elsőnek kikerkező tűzoltóegységek parancsnokának a tájékoztatása.



9. ábra: A BKV irányítási hierarchiája metrótűz esetén (forrás: BKV Tűzvédelmi Terv)

Az állomások ügyeleti helyiségében két légzőkészülék (egy régi és egy új típusú) került elhelyezésre. (5. kép) Ezek közül az egyik az 1970-es évek elején beszerzett oxigénes Dräger Travox 120 készülék, amely elvileg 2 órás beavatkozási lehetőséget tesz lehetővé. A másik egy modernebb, sűrített levegős Dräger PSS 90 duplapalackos légzőkészülék. Ez a körülményektől függően 50-80 percnyi levegőt biztosít. Továbbá minden műszaki ügyeletes rendelkezésére áll egy Dräger típusú tűzoltó védősisak, egy kézi URH-rádió (a BKV frekvenciájára hangolva) és egy kézilámpa. (6. kép)



5. és 6. kép: Balra a műszaki ügyeletesi helyiségben tárolt légzőkészülékek és sisak, jobbra a műszaki ügyeltesek légzőkészülékben egy metrógyakorlat alkalmával (forrás: saját fotó és Lánglovagok.hu)

A '70-es és '90-es évek között több olyan jelentés és tanulmány is született, amelyek azt javasolták, hogy ne egy, hanem egyszerre két műszaki ügyeletessel teljesítsen szolgálatot egy állomáson. Jelenleg azonban takarékosági okokból – a több évtizedes gyakorlattal szemben – már csak minden második mélyállomáson teljesít szolgálatot műszaki ügyeletessel. Ez azt jelenti, hogy ha pont egy közbenső szakaszon vagy állomáson keletkezik tűz, akkor neki áramtalanítás után az alagúton keresztül, vagy teljes védőfelszerelésben az utcán futva (!) kell megközelítenie a kárhelyet. Mivel a két állomás közti távolság akár az 1000 métert is meghaladhatja, így komoly kétségek merülnek fel azzal kapcsolatban, hogy ilyen esetben milyen gyorsan és milyen hatékonysággal tud beavatkozni a tüzesetnél a műszaki ügyeletessel.

6. BEAVATKOZÁS A KÁRHELYSZÍNEN

6.1. Felderítés

A felderítés a beavatkozással kapcsolatos feladatok meghatározásához, azok biztonságos és hatékony végrehajtásához szükséges adatgyűjtés és tájékozódás. A felderítés a riasztástól az utolsó egység által megkezdett bevonulásig tart.

Felderítést csak használatra előkészített légzésvédelmi eszközökkel és egyéb szükséges felszerelésekkel (kézi tűzoltókészülék, Revitox mentőálc, világítóeszköz) ellátva legalább 2 fő végezhet. Metró események alkalmával azonban felderítő csoportokat kell szervezni, melybe helyi szakembert, lehetőleg a metró műszaki ügyeletesét is be kell vonni. Az ügyeletesnek tájékoztatnia kell a tűzoltásvezetőt az addig tett intézkedésekről (a pálya feszültségmentesítése, mélyállomás(ok) kiürítése és lezárása), valamint a tűz feltételezett helyéről.

A behatolásnál az utasok által nem használt, lejtmenetbe állított mozgólépcsőt kell igénybe venni. Előfordulhat azonban olyan szituáció, hogy a szellőztetőventilátorok aknáin keresztül rövidebb úton, gyorsabban megközelíthető a tűz helye. Ilyen esetben mindig egyeztetni kell a műszaki ügyeletesel, hiszen a megközelítési úton akár 4-5 bezárt, lelakatolt ajtó vagy rács is útját állhatja a tűzoltóknak. A kinyitásukhoz szükséges kulcsok a műszaki ügyeletesi helyiségben vannak elhelyezve.

A felderítés során fel kell mérni:

- a veszélyben lévő személyek megközelítő számát,
- a tűz pontos helyét és nagyságát,
- a füst terjedési irányát.

Szükség szerint intézkedni kell az állomás szellőztető berendezéseinek indítására vagy leállítására. Fel kell deríteni a belső tűzivíz-hálózat igénybevételének

lehetőségét. A felderítés során meg kell határozni a tűzoltáshoz és életmentéshez szükséges erők és eszközök mennyiségét.

6.2. Kiürítés

A metró területén menekülési útvonalként csak a mélyállomásokon lévő mozgólépcsők vehetők igénybe. Budapesten az állomások közül kiürítés szempontjából legkedvezőtlenebb a Moszkva téri állomás.

A Moszkva téri állomás jellemzői	
Mozgólépcsők száma	3 db
Mozgólépcső hossza	168 m
Mozgólépcső haladási sebessége	54 m/perc
Egy metrókocsi szállítóképessége	178 fő

7. táblázat: A Moszkva téri állomás jellemzői (forrás: saját gyűjtés)

Két beérkezett szerelvény (2x5 kocsi) esetén ez 1780 főt jelent. Az állomáson tartózkodó utasok száma csúcsidőben körülbelül 250 fő. Tehát a legkedvezőtlenebb esetben a mélyállomáson 2000 utas tartózkodik egyszerre. Ha feltételezzük, hogy az állomás közelében az alagútban kigyullad egy szerelvény és a füsttel telítődő állomásra éppen beáll egy másik irányból érkező vonat, ahol 250 utas várakozik, az így is 1140 főt jelent.

Az építmények kiürítését a 9/2008. (II. 22.) számú, az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról szóló ÖTM-rendelet előírásai szerint kell tervezni, azonban a kiürítési időket meghatározó táblázat alkalmazása a metró esetében nem lehetséges. A kiürítést működő mozgólépcső esetén a következők szerint számítjuk:

$$t_k = t_{1y} + \frac{p}{n * k} + \frac{s}{v}$$

ahol

t_k – a kiürítés számított időtartama (perc)

t_{1y} – az az idő, amely alatt az első ember eléri a lépcsőt (gyakorlatilag 0)

$\frac{p}{n * k}$ – az az idő, amely alatt az összes személy áthalad a lépcső alsó részén (perc)

p – a kiürítendő utasok száma (fő)

n – a felfelé működő mozgólépcsők száma (db)

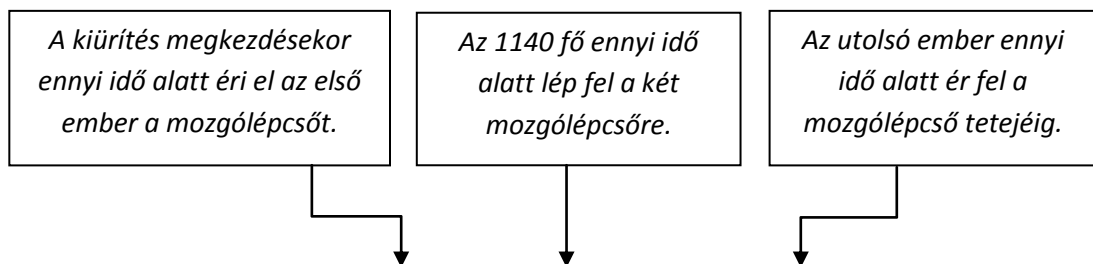
k – a kijáratok átbecsátóképessége (41,7 fő / perc)

$\frac{s}{v}$ – az az idő, amely alatt az utolsó ember eljut a mozgólépcső végéig (perc)

s – mozgólépcső hossza (m)

v – a mozgólépcső haladási sebessége (m/perc)

Tehát:



$$t_k = t_{1y} + \frac{p}{n * k} + \frac{s}{v} = 0 + \frac{1140 \text{ fő}}{2 * 41,7 \text{ fő/perc}} + \frac{168 \text{ m}}{54 \text{ m/perc}} = 16,77 \text{ perc}$$

Ezek alapján az 1140 fő eltávolítása 16,77 perc (16 perc 46 másodperc) alatt lehetséges.

Meg kell jegyezni, hogy ez a számítási módszer több olyan feltételezést (az eltávolítandó személyek száma, a mozgólépcsők átbecsátóképessége) is tartalmaz, amely valós körülmények között eltérő eredményeket adhat. Továbbá nem tartalmazza azokat a kockázati tényezőket sem, amelyek egy valós esemény kapcsán előfordulhatnak – ilyen a gyermekek, mozgássérültek, idős emberek jelenléte,

valamint a mozgólépcső esetleges meghibásodása, a vészleállítók véletlenszerű megnyomása, vagy a lépcső tetején eleső és emberkupacot kialakító akadályok.

Összefoglalva tehát kijelenthető, hogy előfordulhat olyan eset, amikor a mélyállomás területéről menekülő nagy létszámú utas jelentősen lelassítja a behatolást, lejutást, a felderítést.

6.3. Életmentés, tűzoltás

A fentiekből következően figyelembe kell venni egy másik nagyon fontos tényezőt, a pánik jelenségét is. A pánik kitörésében meghatározó szerepük van egyes személyeknek, akik egyéni pánikreakciójukkal beindítják a tömegreakciót. A pánik lezajlása drámai. A menekülés, értelmetlen, céltalan rohanás, egymás letiprása viharos erővel bontakozik ki. Súlyosbíthatja a már kirobbant pánikot, ha lezajlása közben a már pánikba esett embereket újabb és újabb ijesztő ingerek (tűz, fojtogató füst, halottak látványa) érik. ^[15] A már kialakult pánikot megfékezni nagyon nehéz, csak erős ellenreakcióval lehet, éppen ezért az elsőnek helyszínre érkező rajokra nézve is életveszélyes lehet a pánikban lévő tömeg! Ilyenkor a legcélszerűbb még a behatolás előtt portálüvegek kitörésével, könnyűszerkezetű falak megbontásával további menekülési (és szellőzési) útvonalak nyitása.

Egy metró-tűz alkalmával több száz ember jelenlétére lehet számítani, akár mentendő áldozatként, akár mentő és közreműködő személyzetként. Ilyenkor az esemény első időszakára a káosz és fejetlenség a jellemző:

- a zavarodott tömeg kisebb-nagyobb csoportokban történő irányítás nélküli kiáramlása,
- a pontos helyzet ismeretének hiánya,
- az általános információhiány.

A tűzoltásvezető a helyszínre érkezését követően információt szerez az állomás műszaki ügyeletesétől vagy állomási diszpécserétől. Ha a műszaki ügyeletes feltétlen szükséges a felderítéshez vagy a megközelítéshez és a helyszínen van, akkor az ő

kíséretében a rendelkezésre álló rajokkal légzőkészülékben, sugárfelszereléssel megkezdje az alagútban rekedt szerelvény megközelítését. A tűzoltók az alagútban az égő szerelvényhez közeledve valószínűleg egyre sűrűbben fognak földön fekvő áldozatokba botlani, majd később az égő kocsi(k) közvetlen közelében, és a még nem égő kocsikon is. Ez utóbbi esetben a felderítést és a személyek mentését csak működő sugár fedezete mellett lehet végrehajtani.

A tűzoltási szabályzat az életveszélybe került személyek mentését, mint az első és legfontosabb feladatot határozza meg, a fent leírtak alapján azonban látható, hogy az életmentés és tűzoltás a beavatkozás kezdeti időszakában a felderítéssel együtt szinte összemosódik, átfedik egymást, nem lehet elkülöníteni egymástól a feladatokat.

A beavatkozás kezdetén az alagútban rekedt szerelvény megközelítése és az életmentés két irányból történik. A szellőző ventilátorok beindítása után azonban a mentés fő útvonalát a befűvási irány – vagyis az egyre inkább füstmentessé váló alagútszakasz – felőli oldalra kell helyezni. Ezzel megvalósítható a mentési útvonalak viszonylagos biztonságának biztosítása, valamint a mentést végző tűzoltókra nézve kisebb kockázat kritériuma.

A tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének szabályairól szóló 1/2003. (I.9.) BM-rendelet ugyan leírja, hogy a mentési sorrendet a tűzoltásvezető dönti el, azonban az biztos, hogy a kezdeti időszakban szelektálásra és sorrend meghatározásra nem lesz túl sok lehetősége. És valószínűleg erre a munkálatok végéig sem lesz módja – feltehetőleg csak a közvetlen és közvetett veszélyben lévők szelektálása történik meg. Elképzelve egy füsttel telt alagutat, ahol nulla méter a látótávolság, rendkívüli a forróság és segélykérő jajgatások hangja hallatszik, a sérültek mentését valószínűleg a rendelkezésre álló tűzoltói létszám és a földön fekvő testekben felbukó, megzavarodott tűzoltók közlekedését akadályozó áldozatok megtalálási sorrendje fogja meghatározni. A későbbiekben, a folyamatosan érkező tűzoltó rajokból szervezett szakaszok és mentési csoportok által kialakul az adott káresemény beavatkozási struktúrája és tisztázódnak a feladatok.

Ezekből mind látható, hogy kemény fizikai igénybevétel és pszichés terhelés vár a beavatkozó állományra, ezért lényeges hogy a rajok zárt kötelékben, szoros emberfogásban közlekedjenek és dolgozzanak.

Erre azért is szükség van, mert a tapasztalatok alapján a sérültek hordágyon történő mentéséhez 4 emberre van szükség. A mentés nehézségét jól jellemzi az a megfigyelés, hogy a metrógyakorlatok alkalmával egyetlen sérült személy kimenekítése után a hordágyat cipelő négy tűzoltó fizikailag teljesen kimerült, illetve a légzőkészülékükben a nyomás a további munkavégzésre alkalmatlan 50-60 bar alá csökkent. Ezek alapján könnyen kiszámítható, hogy matematikailag legalább 250 tűzoltóra lenne szükség a hatékony mentés végrehajtásához, még abban az esetben is, ha csupán körülbelül 50 fő mentését kell elvégezni a tűz lokalizálása mellett. A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság napi készenléti létszáma 250-280 fő. Tehát – a fent leírtak alapján – az első értékelhető visszajelzés után valószínűleg a környező városok, települések tűzoltóságainak riasztására is sort kell keríteni a Riasztási és Segítségnyújtási Terv alapján.

Az életmentés kapcsán itt érdemes kitérni arra a tényre, hogy az Országos Mentőszolgálat és a budapesti kórházak nincsenek felkészülve egy több száz sérültet követelő metrótüz során a gyors ellátásra és szállításra, valamint a megfelelő kórházi elhelyezésre. Egy ilyen tömegkatasztrófa esetén elképzelhető, hogy a tűzoltók mindent kockára téve kimenekítik a sérülteket, akik hamarosan áldozatokká válnak az ellátás hiányosságai miatt.

A tűzoltói létszámkérdés mellett az eredményes tűzoltás rengeteg más tényezőtől is függ – például hogy a tűz helyszínére elsőnek kiérkező tűzoltóautó parancsnoka hogyan, milyen módon avatkozik be rajjával, milyen utasításokat, feladatokat ad ki. A tűzoltásvezetőnek a helyszín és a kialakult helyzet alapján meg kell határoznia a tűzoltás irányításának módját, illetve az irányítási mód megvalósításához szükséges beosztásokat. A metróalagútban keletkezett tűz esetében az esemény nagysága és bonyolultsága miatt célszerű vezetési törzset létrehozni.

Kis kiterjedésű tüzek oltásához célszerű a gépjárműfecskendőkön, illetve a metró területén elhelyezett kézi – habbal vagy porral oltó – tűzoltókészülékeket igénybe venni. Amennyiben számítani lehet a tűz gyors terjedésére, akkor mindenféleképpen a vízzel oltást kell alkalmazni. Itt azonban van egy fontos szabály: a metródolgozók és az utasok vízzel sehol sem olthatnak, a tűzoltók is csak az energia diszpécser és a műszaki diszpécser együttes visszajelzése után!

Az alagút teljes hosszában tűzivízvezeték halad végig, amelyről 100 méterenként szabványos „C” falitűzcsap csatlakozók ágaznak le. (7. és 8. kép) A hálózatról egy időben legfeljebb 2 db falitűzcsapot lehet működtetni. Erről a vezetékről az első sugarakat meg lehet szerelni.



7. és 8. kép: Az alagútban kiépített tűzivízvezeték csatlakozási pontjai (forrás: saját fotó)

Ha további sugarak bevetésének igénye merül fel, akkor a tűzoltásvezetőnek a háttérparancsnok közreműködésével intézkednie kell a száraz leszálló vezetékek megtáplálásáról, valamint ezek igénybevételével az alagútban az alapvezeték szereléséről.

Az égő szerelvény és alagút fala között rendkívül kevés hely áll rendelkezésre, így ott a közlekedés és munkavégzés szinte lehetetlen. Ezért ha nem a szerelvény legelső vagy legutolsó kocsijában keletkezett a tűz, akkor célszerű a homlokajtókat kinyitni és ezeket igénybe véve az utastéren keresztül is megszerelni egy-egy sugarat. A régi orosz szerelvényeknél ezen ajtók kinyitásához egy speciális kulcsra van szükség,

melyet a metró dolgozói bocsátanak a tűzoltók rendelkezésére. A gyakorlatokon azonban visszatérő problémát jelentett, hogy a sugárszerelés közben a homlokajtók állandóan rácsukódtak a még lapos tömlőre, így a nyomás megindulása után megakadályozták a víz szabad áramlását, amelynek következtében a tömlők szétduzzantak. Ennek áthidalására – bár komolyabb fizikai igénybevételt jelent – a tömlőket vízzel együtt kell behúzni a szerelvénybe.

A háttérparancsnoknak a bevetésre induló rajokkal fel kell vetetni és ellenőriztetni a Bázis szereken rendszeresített duplapalackos sűrített levegős és az oxigénes légzőkészülékeket, hogy szükség szerint megkezdhessék az első beavatkozók váltását. A beavatkozó állományt érő rendkívüli fizikai igénybevétel és az esetlegesen előforduló sérülések miatt gondoskodni kell tartalékállomány képzéséről is, akiket a füsttáron kell elhelyezni. Szükség esetén ők azonnal megkezdhetik a bajbajutott tűzoltók mentését is.

A fentiek alapján tehát elmondható, hogy a beavatkozás elvégzéséhez rendkívül nagy tűzoltói létszám szükséges.

6.3.1. Vízellátás, számításba vehető oltóanyagok

A metróalagút tűzivíz hálózatának ellátását két különálló rendszer szolgáltatja: egy NA 100-as vezeték biztosítja a csatlakozást a városi hálózathoz, a metróüzemi vízművekhez pedig egy 150-200 mm átmérőjű mélyalagútban futó gerincezeték kapcsolódik.

Meg kell azonban jegyezni, hogy ez utóbbiak az üzemszerű fogyasztók folyamatos ellátására alkalmasak, de a tűzoltáskor szükséges vízmennyiséget nem képesek egyedül biztosítani. Ezért építették ki a mozgólépcső lejtaknában a száraz leszálló vezetéket is, amely a peronszinten 2 db „B” csatlakozócsonkban végződik.

A száraz leszálló vezeték megtáplálása után a nyomóoldali szivattyúteljesítmény megválasztásakor nagy jelentősége van az alagút mélységének, ugyanis a víz statikus nyomása 10 méterenként körülbelül 1 bar értékkel megnöveli a

gépjárműfecskendőnél mért nyomás értékét. Ezzel minden esetben számolni kell. Továbbá figyelembe kell venni azt is, hogy az alagútban akár a több száz métert is elérheti az alapvezeték hossza, amely ilyen távolságon már jelentős súrlódási nyomásveszteséget okoz.

Végül pedig érdemes megjegyezni, hogy a porral oltó gépjárműről szerelt porsugarak a nagy távolság miatt, a habbal történő feltöltés pedig az alagút térfogata miatt nem kivitelezhető oltási módszer.

6.3.2. A tűzoltóság mobil ventilátorainak alkalmazhatósága

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokságon 6 db MT 236-os és 1 db MT 260-as mobil turbóventilátor van rendszeresítve. Ezekkel a metró területén több alkalommal is tartottak füsteltávolításos kísérletet, melyeknél hasonló eredmények születtek. A felső fogadótérnél elhelyezett ventilátorok segítségével a füstöt a telepítésétől számított körülbelül 2 percen belül sikerült kiszorítani a mozgólépcső lejtaknájából és alsó peronszintről, továbbá ezt a füstmentes állapotot végig sikerült biztosítani. Nem sikerült viszont eltávolítani a füstöt arról a peronról, ahol éppen egy szerelvény tartózkodott. Ez akkor sem sikerült, amikor a mélyállomás szintjére vitték a ventilátort. ^[12]

Összefoglalva kijelenthető, hogy a mobil ventilátorok – a mozgólépcső lejtaknájában működő sugárventillátorokkal együttműködve – jó szolgálatot tehetnek annak érdekében, hogy a füsttárat a peronszinten tartsák, ezáltal a légzőkészülék cserebázis közelebb kerülhet a tűz helyéhez.

6.3.3. Az alagútban dolgozó tűzoltók távfelügyelete

Az alagútban dolgozó tűzoltókra komoly veszélyt jelentenek a különböző aknák, gödrök, lépcsők, kiálló csavarfejek, alacsony ajtónyílások, valamint az üzemi terek labirintusszerű elágazásai és lezárt folyosói. Ezt tovább fokozza az átláthatatlan füst,

illetve a jelentős hőterhelés. Megállapíthatjuk tehát, hogy a tűzoltók életét és testi épségét nem csupán a füst és a tűz veszélyeztetheti, hanem maga a környezet is.

2006-ban, a tragikus kimenetelű műegyetemi tüzeset után beszerzésre került 2 db Dräger PSS Merlin bevetési és felügyeleti rendszer (melyet a Biztonsági Tiszt gépjárművére málháztak), valamint 12-12 db hozzá rendszeresített Bodyguard rádiós egység, amelyeket a tűzoltók biztonságát hivatottak növelni. A Bodyguard előnye, hogy a hozzávaló rádióval összekapcsolva a tűzoltás irányítása számára továbbítja a legfontosabb paramétereket. Így akár a tűzoltók váltását, akár mentésüket optimális időben végre lehet hajtani. A gyártó által végzett tesztek alapján a készülékek jól alkalmazhatóak metró-tűz esetén, mivel az átjátszóként is üzemelő rádióegységek képesek egymás jeleit láncszerűen továbbítani, így biztosítják a kapcsolatot az alagútban dolgozó tűzoltók és az irányítási pont között. További hasznos funkciójuk, hogy hang-, és a fényjelzéssel segítik a bajba került tűzoltók megtalálását. Azonban figyelembe véve, hogy a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság napi készenléti létszáma 250-280 fő, kijelenthető, hogy a Bodyguard eszközből nem áll rendelkezésre elegendő mennyiség. Jelenleg csak a tűzörségek I-es szerein az 1-es beosztású tűzoltóknak, a két Tűzoltási Csoport vezetőjének, a két rohamszer parancsnokának, illetve a rohamszerek 1-es és 3-as beosztott tűzoltóinak jut ilyen készülék.

6.3.4. Kommunikációs lehetőségek az alagútban

A 109/2007. V. 15. számú, az egységes digitális rádió-távközlő rendszerről (EDR) szóló kormányrendelet alapján a tűzoltóságok az eddigi URH-rendszerről 2009. július 1-jén áttérnek a digitális, földi trónkölt rádiórendszer (Terrestrial Trunked Radio, TETRA) használatára.

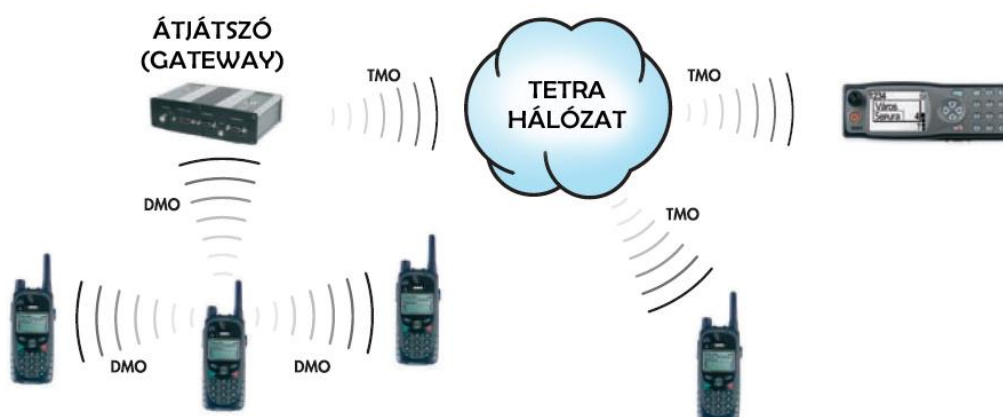
6.3.4.1. A TETRA előnyei és hátrányai

A TETRA professzionális felhasználásra tervezett mobil távközlő rendszer, melyet elsősorban a készenléti szervezetek (rendőrség, mentők, tűzoltóság, polgári védelem)

speciális igényeihez terveztek. Ezt a célt hivatottak teljesíteni a TETRA által nyújtott szolgáltatások és a rendszer jellemzői is.

Általánosságban kijelenthető, hogy ahol a lefedettség biztosított, ott a TETRA rendszer jól működik. A metró területén a lefedettséget az alagútpárokban külön-külön végigfutó sugárzó kábelekkel oldották meg, amelyek a szolgáltató által kijelölt metróállomásokra telepített bázisállomások segítségével biztosítják a hálózat elérését. Az infrastruktúra kialakítása azonban felvet egy kérdést: mi történik akkor, ha az alagútban keletkezett tűz következtében megsérül az egyik vagy mindkét sugárzó kábel (amely szinte biztosra vehető!), esetleg a bázisállomás? Ebben az esetben a föld alatt dolgozó tűzoltók azt vennék észre, hogy a rádiókon nincs térerő, vagyis a hálózati (TMO) módban működő készülékekkel a kommunikáció teljes mértékben ellehetetlenül. Ilyenkor még a rádiókon található segélyhívó gomb segítségével sem tudnák jelezni a vészhelyzetet a földfelszínen tartózkodó irányítási pontnak.

Ebben az esetben csak egy megoldás marad: a rádiókat átkapcsolni direkt módba (DMO), melynek segítségével két készülék képes egymással közvetlenül kommunikálni, amennyiben egymás hatósugarában vannak. Ezt a megoldást a 11. ábra szemlélteti.



11. ábra: A közvetlen üzemmódban (DMO) működő rádiók egy átjátszó segítségével már elérhetik a Tetra hálózatot (forrás: Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság)

6.3.4.2. Együttműködés a társszervek között

Egy nagyobb káreset során elengedhetetlen a társszervek közti folyamatos kommunikáció. Mivel már az Országos Mentőszolgálatnál, illetve a rendőrségnél is megtörtént az átállás a TETRA rendszerre, így ennek leghatékonyabb módja a külső együttműködési csatornák alkalmazása. Budapesten összesen hat ilyen beszédcsoport (BP1 – BP6) került kiosztásra. A gyors és hatékony munkavégzés érdekében célszerű a különböző szervezetek kárhelyparancsnokainál lévő egyik rádiót a megegyezés szerinti EMÜ beszédcsoportba állítani.

Egy káreset felszámolásában részt vevő tűzoltó számára elengedhetetlen, hogy az ő speciális kommunikációja zavartalan és adott esetben mindenekfelett álló legyen. Sajnos az eddigi tapasztalatok alapján a TETRA ezt nem minden esetben biztosítja. Ha feltételezzük, hogy egy metróalagútban tűz keletkezik, akkor a tűzoltóság és a társszervek helyszínre kiérkező egységei ugyanazon a(z) – ideális esetben a felvonulási területhez legközelebbi – bázisállomáson keresztül fognak kommunikálni. Ez azonban azért aggályos, mert az egy időben történő forgalmazások miatt torlódás léphet fel, ami egy-egy lényeges közlemény lemaradását eredményezheti. Megoldást jelentene a metró eseményekre a társszervekkel együttműködési megállapodásban szabályozni a felesleges igénybevételek korlátozását és a beszédcsoportok optimális kihasználását.

6.3.4.3. Alternatív kommunikációs módok alkalmazása

A tűzoltóságoknál rendszeresített egységes digitális rádió-távközlő rendszeren kívül még három módszer merülhet fel a kommunikáció lebonyolítására:

- **BKV által használt VHF/URH-rendszer:**

A metróalagutakban a szerelvények vezetői és a forgalomirányítók közti kommunikációt hivatott biztosítani. Ha a tűzoltóságnál a digitális átállás után továbbra is rendelkezésre állnának a kézi URH-rádiók, akkor a BKV által kialakított infrastruktúrát fel lehet használni a kommunikációban, ugyanis a

tűzoltóság által használt készülékek alkalmasak a BKV frekvenciájára történő átprogramozásra. Engedélyeztetési eljárást a BKV-val történt egyeztetés (megállapodás) után, a Nemzeti Hírközlési Hatóságnál kell kezdeményezni.

▪ **Mobiltelefonos hálózat:**

Az alagutakban mindhárom hazai mobilszolgáltató telefonjai rendelkeznek a szükséges térerővel. Az adott alagútszakasz áramtalanítása után az akkumulátoroknak köszönhetően a rendszer több órán keresztül működőképes marad. Azonban azt figyelembe kell venni, hogy a mobiltelefon hálózat használata igen rizikós, mivel egy nagyobb jelentőségű káreset után már rövid idővel tapasztalható a lakossági pánikreakció. A hír hallatán hozzátartozók, ismerősök azonnal hívogatni kezdik a bajbajutott vagy annak vélt személyeket, mely mindhárom mobilszolgáltatónak hirtelen megnövekedett forgalmat jelent. Erre a forgalomra senki sem tud felkészülni, így a közcélú mobiltávközlésnél torlódások jelentkezhetnek.

▪ **Hírvivő:**

A tűzoltásvezető a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének szabályairól szóló 1/2003. BM rendelet alapján szervezhet hírvivői beosztást. A hírvivő feladata az utasítások, jelentések és visszajelzések személyes továbbítása. Ezt a módszert csak a legvégső esetben célszerű alkalmazni.

6.3.5. A légzésvédelem problémái

Általánosságban elmondható, hogy a ma alkalmazott sűrített levegős légzőkészülékek a legtöbb – átlagosnak számító – esemény során elegendő védelmet nyújtanak, azonban egy metróalagútban keletkezett tűz esetén történő hosszabb munkavégzésre ezek teljesen alkalmatlanok.

A magyar tűzoltók által használt 6 literes acélpalackos és 6,8 literes kompozitpalackos készülékek dinamikus terhelés mellett csupán 15-20 percnyi

beavatkozást tesznek lehetővé. Gondoljunk csak bele: ha feltételezzük, hogy a füsttár már elérte az aluljárószintet, akkor az álarc felvétele után a tűzoltónak először le kell mennie a mozgólépcsőn, az állomás peronjáról be kell jutnia az alagútba, majd itt akár több száz métert haladva elérni az égő szerelvényt. Ez akár fél órát is igénybe vehet, ami azt jelenti, hogy a tűzoltónak nem hogy a mentésre vagy a munkavégzésre, de még az élve kijutásra se marad elegendő levegője!

Részben megoldást jelentenek azok a duplapalackos légzőkészülékek, amelyek ugyanilyen sűrített levegős elven működnek, és megközelítőleg kétszer hosszabb bevetési időt biztosítanak. De a problémára igazi megoldást csak az úgynevezett zárt rendszerű oxigénes készülékek nyújtanak, amelyeknek a működési elve már közel 100 éve ismert. Ezek a hosszabb bevetési időt – 2-4 órát – biztosító légzőkészülékek a kilélegzett levegő szén-dioxid tartalmát egy regeneráló patron (CO₂ abszorber) segítségével szűrik meg és tiszta oxigénnel frissítve juttatják vissza az álarcba.

A zárt rendszerű oxigénes légzőkészülékek alkalmazása Magyarországon sem ismeretlen, hiszen a BKV-nál (a metróállomások műszaki ügyeletén) 1970-től egészen a mai napig rendszerben vannak a korábban már említett Dräger Travox 120 típusú készülékek, illetve a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság is beszerezett 7 darab hasonló, de sokkal modernebb Dräger PSS BG4 típusú légzőkészüléket. (10. ábra) A kérdés csak az, hogy ez a 7 darab mire elég?

	Szimpla kompozit palack, 6 l / 300 bar 6,9 kg	Dupla kompozit palack 2 x 6,8 l / 300 bar 17,5 kg	Zárt rendszerű oxigénes PSS BG4 14,8 kg
Könnyű terhelés (30 l/perc)	60 perc	128 perc	260 perc
Közepes terhelés (40 l/perc)	45 perc	95 perc	200 perc
Félnehéz terhelés (50 l/perc)	36 perc	76 perc	160 perc
Nehéz terhelés (75 l/perc)	24 perc	50 perc	110 perc

8. táblázat: A sűrített levegős és a zártrendszerű oxigénes légzőkészülékek bevetési idejének összehasonlítása (forrás: Dräger Safety)

Tehát ha a fővárosi tűzoltók légzésvédelmi helyzetét vizsgáljuk, akkor megállapíthatjuk, hogy a metrótüzeknél alkalmazható, hosszú bevetési időt biztosító légzőkészülékek darabszáma aggasztóan kevés.



10. ábra: A Dräger PSS BG4 típusú zárt rendszerű oxigénes légzőkészülék (forrás: Dräger Safety)

A kárhelyre elsőként kiérkező gépjárműfecskendőkön csupán egypalackos, sűrített levegős légzőkészülékek találhatók. A rendelkezésre álló 23 db duplapalackos légzőkészülék a légzőbázisokra van málházva: 11 db az I/Bázisra, 12 db pedig a IV/Bázisra. Ez utóbbi szeren található a már említett 7 db Dräger PSS BG4 típusú, zárt rendszerű oxigénes légzőkészülék is. Továbbá a fentiek mellett mindkét légzőbázison 50 db 6 literes acélpalack és 50 db 6,8 literes kompozitpalack található.

A kelet-nyugati vonal felújítása kapcsán felmerült az az ötlet, hogy az alagútban – a tűzivízvezeték mintájára – építsenek ki egy magasnyomású levegőcsövet, mely a légzőkészülékek helyszíni utántöltését segítené. Erre azonban takarékosági okok miatt végül nem került sor.

7. LEHETSÉGES FEJLESZTÉSI IRÁNYVONALAK

A technika fejlődésével párhuzamosan a tűzoltási módszerek is fejlődnek. Az alábbi fejezetben bemutatok néhány olyan érdekes technikai fejlesztést, amelyeket már jelenleg is használnak külföldi tűzoltóságok, vagy pedig a közeljövőben tervezik az alkalmazásuk bevezetését. Ezek egy lehetséges irányvonalat mutathatnak a fővárosi tűzoltók számára a következő évekre.

Lánctalpas alvázra szerelt vízköddel oltó jármű

Különleges tűzoltástechnikai eszközökért nem kell messzire mennünk: a szomszédos Ausztriában a Rechner's cég egy gumilánctalpas alvázra szerelt vízköddel oltó járművet fejlesztett ki. A „Lösch Unterstützungs Fahrzeug” kezdőbetűiből LUF 60 névre keresztelt technikát napjainkban már 19 nagyváros tűzoltói használják – az Egyesült Államoktól egészen Japánig. A sokoldalú jármű nem csak az alagutakban keletkezett tüzek oltásában teljesít kiválóan, hanem olyan egyéb káreseteknél (például veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos ipari és közlekedési balesetek, robbanásveszélyes helyek, zárt terek tüzei) is jól használható, ahol a tűzoltók közvetlen életveszélyben lennének. A jármű egy nagyteljesítményű ventilátor segítségével juttatja a porlasztott vízcseppeket a tűzbe. Tehát működési elve a pozitív nyomású ventiláció és a vízköddel oltás leghasznosabb tulajdonságait egyesíti. Tűz esetén a jármű helyszínre szállítása egy kisteherautó (9. kép) vagy egy egyszerű utánfutó (10. kép) segítségével oldható meg.



9. és 10. kép: Balra egy kisteherautóból kialakított hordozójármű, jobbra pedig egy hétköznapi utánfutón szállított LUF 60-as (forrás: rechner.com)

A járművel a metróalagútban keletkezett tüzeset helyét két módon lehet megközelíteni. Ha az állomás adottságai lehetővé teszik, akkor célszerű lépcsőkön keresztül lejuttatni a járművet a peronszintre. (11. kép) Ezután az alagútba történő bejutást egy úgynevezett „rail-kit” segítségével lehet megoldani. (13. kép) Ezt a síneken guruló szerkezetet összecsuksukható állapotban néhány tűzoltó kézi erővel gyorsan le tudja juttatni. (12. kép)



11. és 12. kép: Balra a stuttgarti tűzoltók az állomás lépcsőjén keresztül juttatják le a járművet a peronra, jobbra az összecsuksukott „rail-kit”-et viszik a jármű után (forrás: rechner.com)

Ha a fenti megközelítésre nincs lehetőség (márpedig a budapesti metró mozgólépcsőin nem tud közlekedni a 135 cm széles jármű), akkor egy közeli állomásról vagy járműtelepről vethető be a LUF 60-as – a fent említett „rail-kit” segítségével.

Miután a járművet sikerült az alagútba juttatni, a ventilátor keltette légáram folyamatosan maga előtt tolja a füsttárat, miközben a nagynyomáson előállított vízköd kiváló hőelvonó képességgel rendelkezik. Az apró cseppekre bontott víz nagy felületet alkot, amely elvonja a hőt az égéstől. Ezzel egy időben az apró cseppek megkötik az égés körül kialakuló forró gázokat, megakadályozva ezzel a tűz továbbterjedését. Ez a fázis a tűzelnyomás. A következő fázis az oltás. Ehhez a kis cseppeket elégséges számban be kell juttatni az égéstérbe. A bejutott cseppek, a hő hatására a méretükkel fordítottan arányos idő alatt párolognak el, tehát a kisebb cseppek gyorsabban, a nagyobbak lassabban. A víz párologásakor vízgőzzé alakul. Az égéstérben bekövetkezett térfogat növekedés kiszorítja az oxigént és ez a fojtó-inertizáló hatás oltja ki a lángot.



13. és 14. kép: Balra a „rail-kit” használati lehetősége, jobbra a gyártó cég által szervezett tűzoltási bemutató – érdemes megfigyelni, hogy mindegyik tűzoltó oxigénes légzőkészülékben dolgozik (forrás: rechner.com)

Eközben a tűzoltók a jármű mögött és mellett haladva biztonságos térben dolgozhatnak, hiszen a vízköd kellően lehűti a környezetet. Ezt igazolja az a tűzoltási bemutató is, amelyet 2002 márciusában szerveztek az ausztriai Röthis falu közelében található alagútban. A járatban összesen 12 tonnányi fa raklapot gyújtottak meg, melynek a hőtermelési sebessége 15 perc után meghaladta a 100 MW-ot. (Megjegyzés: a 4.1 számú fejezetben bemutatott Euréka-kísérlet során egyetlen metrókocsinál 35 MW értéket mértek.) Ekkor beküldték a LUF 60-ast (14. kép), melynek mindössze 6 percre volt szüksége, hogy az 1000 °C-os hőmérsékletet 110 °C-ra visszahűtse.

A 2 tonna súlyú LUF 60-as mozgatása rádió-távírányítással lehetséges, egészen 300 méter távolságig. Ha ez meghibásodna, akkor a felépítményen elhelyezett manuális irányítási rendszert lehet használni. A jármű adottságai révén képes akár 30 fokos lejtőn vagy emelkedőn is közlekedni. A meghajtást egy 105 lóerős Deutz dízelmotor biztosítja, mely 6 km/h sebességet tesz lehetővé. Az oltóvíz biztosítása egy „C” tömlő segítségével oldható meg, melyet a jármű egyszerűen csak behúz maga után az alagútba.

A LUF 60-as sokrétű alkalmazási lehetőségeit mi sem példázza jobban, mint a hozzá rendelhető különféle kiegészítők: habfeltét, kiegészítő ventilátor, 3,5 tonnás csörlő, hidraulikus emelőszerkezet, valamint konténer a különböző tűzoltó felszerelések

szállításához. Ezek kombinálásával széleskörű beavatkozási lehetőségek nyílnak meg a tűzoltók előtt. Bár az alapjármű ára megközelítőleg 40 millió forint, ennek ellenére remélhetőleg hamarosan megtalálhatjuk majd valamelyik hazai tűzoltóság szereik között is a LUF 60-ast.

Sínen közlekedő tűzoltógépjárművek

Külföldi nagyvárosokban több olyan speciális tűzoltógépjármű is szolgálatban van, amelyeket kifejezetten metróalagutakban történő beavatkozásokra fejlesztettek ki. Ezek a szerek nem csak egyedi málházással rendelkeznek, hanem különleges kialakítású alvázuk lehetővé teszi az alagút úrszelvényében történő közlekedést is. A jármű közúton rááll a metrósínre, majd annak nyomvonalán közlekedve közelíti meg a kárhelyet. Ezzel a módszerrel viszonylag gyorsan megoldható a tűzoltáshoz és műszaki mentéshez szükséges technikai eszközök helyszínre juttatása.



15. és 16. kép: Balra a frankfurti tűzoltóság egyik speciális műszaki mentőszere nyitott málházával, jobbra a metróalagútban közlekedő Iveco Magirus típusú műszaki mentő (forrás: Fővárosi Tűzoltóparancsnokság és Iveco Magirus Brandschutztechnik)

Részen alkalmazhatósági problémák (kevés Budapesten az olyan hely, ahol a jármű rá tudna állni a metrósínre), részben pedig anyagi okok miatt (a beszerzési ára körülbelül 120-130 millió Ft) nem valószínű a közeljövőben hasonló gépjármű beszerzése a fővárosban.

Eszközök a sérültek gyorsabb mentéséhez

Az Egyesült Államokban már több nagyvárosban alkalmazzák azt metrósíneken guruló hordozószerkezetet (17. és 18. kép), amelynek a segítségével gyorsabbá és hatékonyabbá válik a sérültek kimentése, valamint a felszerelések szállítása az alagútban.



17. és 18. kép: Gyakorlat a new york-i metróban 2009-ben: a sínen guruló szerkezet segítségével gyorsabbá és hatékonyabbá válik a sérültek kimentése az alagútból (forrás: Seth Wenig/AP)

Mint a 6.3. számú fejezetben már kitértem rá, a budapesti metróban végzett gyakorlatok során egyetlen sérült hordágyon történő kimentéséhez négy tűzoltóra volt szükség. Ezzel az egyszerű szerkezettel egyszerre akár négy sérültet is ki tud menekíteni – a peronszintig – egyetlen tűzoltó. Továbbá nagy előnye, hogy gyorsan összeszerelhető, a helyigénye kicsi, költségvonzata minimális.

A fenti módszert ki lehetne egészíteni egy olyan mobil felvonó szerkezet kialakításával, amely a mozgólépcső szerkezeti részein közlekedve jelentősen megkönnyíthetné a felszín és a lenti állomás közötti logisztikai feladatokat. Palackokat, felszereléseket és esetleg sérülteket lehetne vele szállítani.

Túlnyomásos sátor

A konzulensemmelel történő konzultációk alkalmával egy érdekes technikai megoldás ötlete körvonalazódott meg, mely megkönnyíthetné a tűzoltók munkáját, adott esetben pedig akár életmentő is lehetne. Elképzelése szerint az alagutakban keletkezett tüzek oltása és az életmentés során kiválóan lehetne alkalmazni a

peronszinten egy gyorsan felállítható, túlnyomásos sátrat. Ez egyrészt a légzőkészülékek cserebázisaként szolgálna, másrészt egyfajta pihenő és sérült ellátó hely lehetne.



12. ábra: Túlnyomásos sátor vázlatrajza (forrás: a BKV fotója alapján saját rajz)

A sátnak könnyű, nem légáteresztő anyagból kell készülnie, akkora alapterülettel, hogy egyszerre akár 10-15 személy is tartózkodhasson benne. Ezen elvárások mellett könnyen hordozhatónak és rövid idő alatt felállíthatónak kell lennie. A sátor túlnyomását a felszínről levezetett tömlő segítségével egy kompresszor biztosíthatja. A közlekedést a két egymással ellentétes oldalon elhelyezett zsilipnyíláson keresztül lehetne megoldani.

A módszer egyik legnagyobb előnye, hogy ha a tűzoltónak már kevés a rendelkezésre álló levegője, akkor nem kell a felszínre mennie, hanem ebben a frisslevegős sátorban pihenhet, és egyben elvégezheti a palackcserét is. Ezzel nem csak lerövidülne a be- és kihatalás távolsága, ideje, hanem ebből kifolyólag megnövekedne a tűzoltásra és életmentésre fordítható idő is.

8. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A leírtakkal kapcsolatos problémák megoldása érdekében az alábbi javaslatok megvalósítását tartom szükségesnek.

8.1. A tűzoltóság feladatkörében

Légzőkészülékek beszerzése

A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság jelenleg csak 23 darab duplapalackos sűrített levegős és 7 darab zárt rendszerű oxigénes légzőkészülékkel rendelkezik. Ez a mennyiség nem teszi lehetővé az eredményes hosszú távú beavatkozást. Egy metróalagútban keletkezett tűz oltásához megközelítési irányonként minimum 30-30 darab ilyen készülékre lenne szükség. Tehát indokolt további zárt rendszerű oxigénes légzőkészülékek sürgős beszerzése.

Hely hiányában a jelenlegi tűzoltógépjárműveken (beleértve a légzőbázisokat is) nincs lehetőség nagy számban elhelyezni további légzőkészülékeket, ezért ez a technikai fejlesztés egy új készenléti szer beállítását is magával vonja.

A beszerzések idejére együttműködési megállapodást lehetne kötni a bányamentőkkel, a mélymentések területén nagy gyakorlati tapasztalattal rendelkezők tevéleges bevonására és nem utolsósorban a náluk felhalmozott oxigénes légzők használatára.

Tetra mobil átjátszó beszerzése

Ha egy tűz következtében megsérül az EDR hálózat infrastruktúrája, akkor a rádióforgalmazás igen bonyolulttá, sőt szinte lehetetlenné válik. A zavartalan működés biztosítása érdekében célszerű lenne a Fővárosi Tűzoltóparancsnokságnak beszereznie egy hordozható mobil DMO/TMO átjátszó állomást, melyet a Tűzoltási Csoportok autóin helyezhetnének el. Ezt az átjátszót egy ideális helyre (például a legközelebbi állomás peronjára) elhelyezve, biztosítaná a metró területén lévők számára DMO módban a hálózat elérését.

Ez a módszer megbízható pont-pont közti összeköttetést biztosít az alagútban dolgozók közt és az átjátszó segítségével a kijelölt hálózati beszédcsoportot is

elérhetővé teszi. Nagyon fontos, hogy ebben az esetben a visszajelzések alkalmával nincs időkiesés, a rádióforgalmazás valós időben jut el a bevetés-irányításhoz és a Hírközponthoz.

Gyakorlatok és elméleti oktatások számának növelése

Az utóbbi években megfigyelhető az a folyamat, hogy a tapasztalt tűzoltók sorra nyugdíjba mennek, így mára az állomány átlagéletkora közel 10 évvel lecsökkent. Ez azért is aggasztó, mert egyre kevesebb olyan tűzoltó marad, akik a tapasztalataikat átadhatnák a fiataloknak.

Előfordulhat, hogy egy alagútban égő szerelvélynél olyan fiatal tűzoltók lesznek az első beavatkozók, akik még – a rendszeresen szervezett – metrógyakorlatokon sem vettek részt, vagy sohasem használtak oxigénes légzőkészüléket. Ezért ajánlott a helyismereti foglalkozások és szituációs gyakorlatok számának, valamint tartalmának növelése. Továbbá nagy figyelmet kell fordítani a külföldön történt jelentős tüzesetek esettanulmányként való feldolgozására és az elméleti tanórákon történő oktatására.

Számítógépes riasztás-vezérlő program továbbfejlesztése

Jelenleg nincs mód arra, hogy ha egy metróalagútban keletkezett tüzről érkezik jelzés, akkor a híradóügyeletes a két szomszédos állomásra egyszerre rendeljen el riasztást. Ennek a megoldására csak az ERIR riasztás-vezérlő szoftver továbbfejlesztésével lenne lehetőség. Mivel nem igényelne jelentős programozói munkát, és ezáltal a költségvonzata is minimális lenne, a gyorsabb és átláthatóbb riasztás érdekében célszerű lenne mielőbb kivitelezni.

LUF 60 oltójármű beszerzése

A 7. fejezetben bemutatott LUF 60 típusú oltójármű beszerzését indokolja a metróvonalak szaporodása. A beszerzési ár meg sem közelíti egy normál gépjárműfecskenő árát, ezért a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, a Budapesti Közlekedési Vállalat és az Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság által egy közös beruházás keretében ez nagyon gyorsan kivitelezhető lenne.

8.2. A BKV feladatkörében

Műszaki ügyeletes minden állomáson

A jelenlegi körülmények között, amikor takarékosági okok miatt csak minden második állomáson teljesít szolgálatot műszaki ügyeletes, nem biztosítható a rá kiosztott feladatok időben történő végrehajtása. Ez nagymértékben rontja a hatékony beavatkozás lehetőségét. Mielőbb meg kell oldani, hogy minden metróállomáson legyen egy megfelelően kiképzett műszaki ügyeletes, aki elvégzi az áramtalanítást, a tűzoltók kiérkezése előtt felderíti a tűz helyét, segíti az utasok biztonságos kimenekítését és tájékoztatja az elsőnek kiérkező tűzoltóegységek parancsnokát.

Kezdődő tüzek oltásának lehetősége

Ha menet közben az utastérben tűz keletkezik, akkor az utasoknak nincs lehetősége a tűzoltásra. Ezért a kezdődő tüzek megfékezése érdekében célszerű lenne minden metrókocsiban minimum 1 darab, zárt dobozban a falra felszerelt, 4 vagy 6 kg-os ABC porral oltó készüléket elhelyezni. Ezeknek az ára körülbelül 10 ezer Ft, így a BKV 392 kocsiából álló metróflottáját megközelítőleg 4 millió forintból fel lehetne szerelni. Bár tény, hogy a rongálások és lopások miatt ezeknek a készülékeknek a folyamatos utánpótlásáról is gondoskodni kellene, ami további pluszki költségeket jelentene a közlekedési vállalat számára.

Menekülési irányok jelölése az alagútban

A sötét, füsttel telített alagútban a menekülő utasoknak szinte lehetetlen a tájékozódás. Az égő szerelvényből kijutva nem tudhatják, hogy melyik irányba induljanak el. Ennek megoldására a legalkalmasabb módszer a legközelebbi állomás felé mutató irányfények alkalmazása, aminek ráadásul relatív alacsony a költségvonzata. Szerencsére ezt az illetékesek is felismerték, így a BKV Zrt. 2009-ben kiírta a kivitelezésre szóló közbeszerzési eljárást. A cél az, hogy a sínpár között LED-es világítású irányfényeket építsenek a padlóba. A munkálatok várhatóan az év második felében elkezdődnek és még idén be is fejeződnek.

ÖSSZEFOGLALÁS

- A kelet-nyugati metróvonal az 1950-es és 1960-as években épült. Azóta a tűzvédelemmel összefüggő technológiai megoldások jelentős fejlődésen mentek keresztül. Napjainkban a tűzoltók dolgát rendkívül megnehezítheti, illetve az utasok menekülési esélyeit csökkenti, hogy az építés befejezése után a metró területén már nem lehet gyökeres változtatásokat eszközölni.
- Bár az utólagosan beépíthető dolgok csak korlátozottan kerülhetnek alkalmazásra, de 2004-ben mégis olyan felújításokon esett át a vonal, amelyek tűzvédelmi szempontból jelentősen növelték az utasok biztonságát: tűzszakaszokat alakítottak ki, vízköddel oltó berendezést telepítettek, a főszellőztető ventilátorokat kicserélték, a mozgólépcsők lejtaknáiba sugárventilátorokat szereltek fel és a peronokon segélykérő oszlopok lettek kiépítve.
- A Fővárosi Tűzoltóparancsnokság Hírközpontja által használt számítógépes riasztási programban nincs lehetőség egy tüzesethez két különböző címet (metróállomást) hozzárendelni. Ezért a riasztásokat két kezelőnek kell végrehajtania, ami lelassíthatja a riasztási folyamatot. A gyorsabb és hatékonyabb riasztás érdekében a szoftver továbbfejlesztésére lenne szükség.
- A BKV-nál takarékosági okok miatt több olyan intézkedés is történt, amely egyes esetekben akadályozza a hatékony beavatkozást. Jelenleg csak minden második állomáson teljesít szolgálatot műszaki ügyeletes, így ha egy közbenső szakaszon vagy állomáson keletkezik tűz, akkor neki teljes védőfelszerelésben az utcán futva kell megközelítenie a több száz méterre lévő kárhelyet. Komoly kétségek merülnek fel azzal kapcsolatban, hogy ilyen esetben milyen gyorsan és milyen hatékonysággal tud beavatkozni.

- A mesterséges szellőztetés beindításának ideje és irányának megválasztása sorsdöntő lehet. A befúvási iránnyal megegyező szakaszon a mentési tevékenység eredményessége és az ott tartózkodók kimenekülési esélyei jelentősen javulnak. Azonban a másik irányban a szellőztetés keltette légáram következtében kialakuló intenzív hő- és füstáramlás mind a menekülést, mind a menekítést ellehetetleníti.
- Normál körülmények között a metró területén a tűzoltóság TETRA rádióinak térérő lefedettsége megfelelő. Azonban ha az alagút falán futó sugárzókábelek megsérülnek (amely egy komolyabb tüzeset során biztosra vehető), akkor szinte lehetetlenné válik a rádióforgalmazás a felszínen és a föld alatt dolgozó tűzoltók között. Ezt a problémát egy mobil átjátszó állomás beszerzésével könnyen át lehetne hidalni.
- A fővárosi gépjárműfecskendőkre málházott légzőkészülékek nem alkalmasak alagútban égő szerelvény tüzénél történő beavatkozásra. A metrótüzeknél alkalmazható, hosszú bevetési időt biztosító duplapalackos sűrített levegős, illetve zárt rendszerű oxigénes légzőkészülékek darabszáma aggasztóan kevés. Sürgősen meg kell oldani a megfelelő légzésvédelmi eszközök beszerzését, ez nem ütközhet pénzügyi akadályokba!
- Egy alagútszakaszban keletkezett metrótüznél a beavatkozáshoz rendkívül nagy létszám szükséges. Ennek biztosítása érdekében a szomszédos települések tűzoltói erőit is igénybe kell venni, továbbá intézkedni kell a szabadnapos állomány berendeléséről.
- Az Országos Mentőszolgálat és a budapesti kórházak nincsenek felkészülve egy több száz sérülttel járó metrótüz során a gyors ellátásra és szállításra, valamint a megfelelő kórházi elhelyezésre. Egy ilyen tömegkatasztrófa esetén elképzelhető, hogy a tűzoltók mindent kockára téve kimenekítik a sérülteket, akik hamarosan áldozatokká válnak az ellátás hiányosságai miatt.

IRODALOMJEGYZÉK

Külföldi forrásanyagok

- [1] *Boon Hui Chiam*: Numerical simulation of a metro train fire (2005)
- [2] *Dr. Leong Poon – Richard Lau*: Fire risk in metro tunnels and stations (2005)
- [3] *Daniel Gabay*: Compared fire safety features for metro tunnels (2004)
- [4] *Bruno Brousse*: Comparison of fire safety problems for the various transport modes in tunnels (2004)
- [5] *Gabriel Alexander Khoury*: EU tunnel fire safety action (2003)
- [6] *Hessel G. Voortman – Jasper B. Nieuwenhuizen*: Rapid assessment of the consequences of fire in sub-surface infrastructure (2002)
- [7] *Terje Andersen – Børre J. Paaske*: Safety in railway tunnels and selection of tunnel concept

Magyar nyelvű forrásanyagok

- [8] *Bérczi László*: Tanulmány a Fővárosi Tűzoltóparancsnokság metrókban történő beavatkozásairól (2008)
- [9] *Kuti Rajmund – Földi László*: A beépített vízköddel oltó rendszerek újabb alkalmazási lehetőségeinek feltárása (2008)
- [10] *Zemplén István*: A légzőkészülékek használatának munkavédelmi szabályai (Védelem magazin, 2006/5. szám)
- [11] *Horváth Attila*: A városi személyközlekedés terrorfenyegetettsége (2006)
- [12] *Turós László*: Pozitív ventiláció alkalmazása a tűzoltásban (2005)
- [13] *Dr. univ. Beda László*: Épületek tűzbiztonságának műszaki értékelése (2004)
- [14] *Bata István*: A budapesti metróközlekedés három évtizede (2000)

- [15] *Palotai Zs. Gábor*: A stressz és a pánik jelenléte a hivatásos tűzoltók munkájában és mindennapi életükben (1999)
- [16] *Babay Sándor*: A metróalagútban és a mélyállomáson keletkezett tüzek oltása, életmentés (1996)
- [17] *Bata István*: A budapesti metró földalatti építményeinek tűzvédelme a technológiai berendezések ismeretében (1993)
- [18] *BKV Gyorsvasúti Igazgatóság, Fővárosi Tűzoltóparancsnokság, Budapesti Mentőszervezet, Budapesti Rendőrfőkapitányság*: Jelentés a budapesti metróban feltételezett rendkívüli esemény, tűzkatasztrófa elhárítási munkálatainak elősegítésére alakult munkabizottságok tevékenységéről (1989)
- [19] *Érces Ferenc*: A fővárosi metró területén a földfelszín alatt történt feltételezett káreseteknél a tűzoltóság beavatkozásának lehetőségei (1985)

Jogszabályok

- 9/2008. (II. 22.) ÖTM rendelet az Országos Tűzvédelmi Szabályzat kiadásáról
- 1/2003. (I. 9.) BM rendelet a tűzoltóság tűzoltási és műszaki mentési tevékenységének szabályairól
- 1996. évi XXXI. törvény a tűz elleni védekezésről, a műszaki mentésről és a tűzoltóságról

Internetes hivatkozások

- www.bkv.hu – (A kelet-nyugati metróvonal felújítása)
- www.langlovagok.hu – (A tűzoltásvezető harmadik szeme)
- www.wikipedia.hu – (A budapesti metró; A kelet-nyugati metróvonal)
- www.metros.hu – (A kelet-nyugati és észak-déli metróvonal története)
- www.draeger.hu – (Dräger PSS BG4)
- www.msa-auer.hu – (MSA Air Elite 4h)
- www.rechners.com – (Rechner's LUF60)

FÜGGELÉK

1. számú függelék: A kelet-nyugati metróvonal szakaszai

Szakasz	Távolság (m)
Déli pályaudvar – Moszkva tér	880
Moszkva tér – Batthyány tér	1010
Batthyány tér – Kossuth tér	700
Kossuth tér – Deák Ferenc tér	1030
Deák Ferenc tér – Astoria	520
Astoria – Blaha Lujza tér	860
Blaha Lujza tér – Keleti pu.	760
Keleti pályaudvar – Stadionok	1990
Stadionok – Pillangó utca	950
Pillangó utca – Örs vezér tere	1280

2. számú függelék: A sínpálya felszínhez viszonyított mélysége

Állomás	Mélység (m)
Déli pályaudvar	25
Moszkva tér	39
Batthyány tér	31
Kossuth tér	35
Deák Ferenc tér	38
Astoria	29
Blaha Lujza tér	26
Keleti pályaudvar	28
Stadionok	5
Pillangó utca	0
Örs vezér tere	0

3. számú függelék: Feladatok a BKV dolgozói számára metrótűz esetén

Feladat	informál, adatot szolgáltató	utasít, dönt	végrehajt	közreműködik
Tűzjelzés továbbítása a tűzoltóságra	műszaki ügyeletes	MÜDI	MÜDI	ÁDI
Hangosbemondó kezelése	ÁDI	KUD	KUD	ÁDI
Állomás lezárás, kiürítés	ÁDI	KFM	KUD	ÁDI
Mozgólépcső működtetés	ÁDI	KUD	KUD	ÁDI
Feszültségmentesítés (pálya)		KFM	EDI	EDI, elektrikus
Feszültségmentesítés (állomás)		MÜDI	EDI	EDI, elektrikus
Vízköddel oltó berendezés indítás	ÁDI, vonat személyzet	MÜDI KFM	ÁDI, vonat személyzet	
Állomási főszellőző, vonali főszellőző, sugárventilátor kezelése	műszaki ügyeletes	MÜDI	MÜDI	műszaki ügyeletes
Döntés forgalmi kérdésekben (vonat áthaladás, megállás)	ÁDI	KFM	Vonat személyzet	KUD ÁDI
Tűzoltás megkezdése	műszaki ügyeletes	MÜDI	műszaki ügyeletes, tűzoltóság	az állomáson tartózkodó metró dolgozók
Tűzoltósággal helyszíni kapcsolat	műszaki ügyeletes, ÁDI		műszaki ügyeletes	műszaki ügyeletes, ÁDI
BKV hierarchia értesítése		MÜDI	MÜDI	

Magyarázat:

MÜDI – Műszaki diszpécser

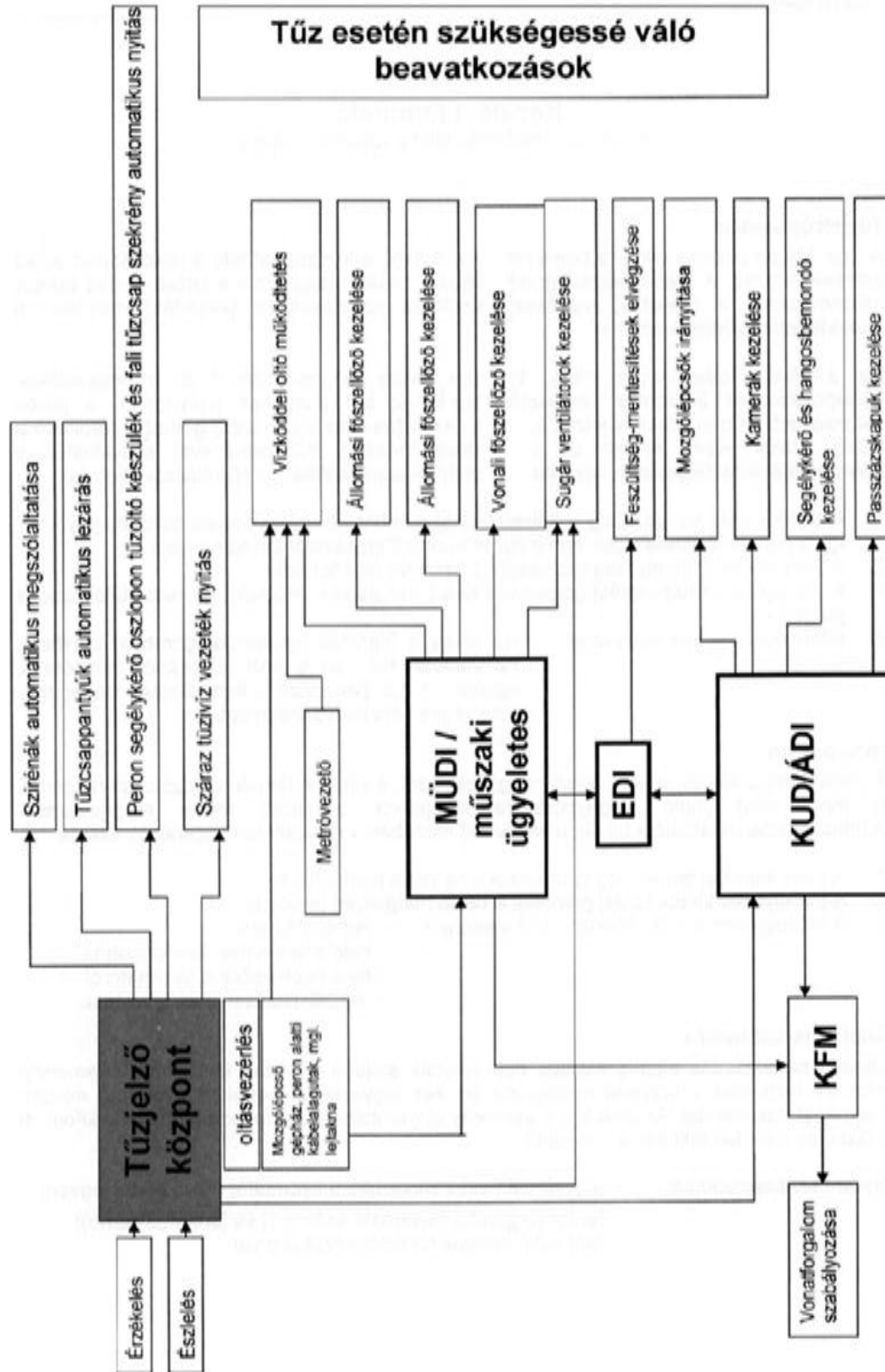
ÁDI – Állomási diszpécser

KUD – Központi utasforgalmi diszpécser

EDI – Energia diszpécser

KFM – Központi forgalmi menetirányító

4. számú függelék: Tűz esetén szükségessé váló beavatkozások



TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETŐ	3.
1.1. A téma aktualitása.....	3.
1.2. A téma körülhatárolása	4.
1.3. Munkamódszerek.....	4.
1.4. Célkitűzések.....	4.
2. A KELET-NYUGATI METRÓVONAL	5.
2.1. A budapesti metróhálózat bemutatása	5.
2.2. A kelet-nyugati vonal paraméterei.....	6.
2.3. Az alagút.....	7.
2.4. A szerelvények.....	8.
2.5. A vonal felújításának tűzvédelmi vonatkozásai	11.
3. TŰZKELETKEZÉSI OKOK	13.
3.1. Műszaki meghibásodás.....	13.
3.2. Emberi gondatlanság	15.
3.3. Szándékos gyújtogatás.....	15.
3.4. Baleset.....	16.
3.5. Terrortámadás	16.
4. A TŰZ- ÉS FÜSTTERJEDÉS JELLEMZŐI	18.
4.1. A tűzterjedés jellemzői a metrókocsikban	18.
4.2. A füstterjedés	22.
4.2.1. A füstterjedés jellemzői a metróalagutakban.....	22.
4.2.2. A füstterjedés jellemzői a metrókocsik utasterében	23.
4.3. Hő- és füstelvezetés	23.
4.4. A füst irányíthatósága az alagútban	25.

5. TŰZJELZÉSTŐL A KIÉRKEZÉSIG	28.
5.1. Tűzjelzés.....	28.
5.2. Riasztás.....	28.
5.3. A fővárosi tűzoltóság szervezési specialitásai	29.
5.4. Vonulás.....	30.
5.5. A metró dolgozóinak feladata.....	31.
6. BEAVATKOZÁS A KÁRHELYSZÍNEN	34.
6.1. Felderítés.....	34.
6.2. Kiürítés	35.
6.3. Életmentés, tűzoltás	37.
6.3.1. Vízellátás, számításba vehető oltóanyagok	41.
6.3.2. A tűzoltóság mobil ventilátorainak alkalmazhatósága	42.
6.3.3. Az alagútban dolgozó tűzoltók távfelügyelete	42.
6.3.4. Kommunikációs lehetőségek az alagútban.....	43.
6.3.4.1. A Tetra előnyei és hátrányai.....	43.
6.3.4.2. Együttműködés a társszervek között	45.
6.3.4.3. Alternatív kommunikációs módok alkalmazása.....	45.
6.3.5. A légzésvédelem problémái.....	46.
7. LEHETSÉGES FEJLESZTÉSI IRÁNYVONALAK	49.
8. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK.....	55.
8.1. A tűzoltóság feladatkörében	55.
8.2. A BKV feladatkörében	57.
ÖSSZEFOGLALÁS.....	58.
IRODALOMJEGYZÉK.....	60.
FÜGGELÉK.....	62.