

POZITÍV NYOMÁSÚ VENTILÁCIÓ T ZOLTÓI ALKALMAZÁSÁNAK AKTUÁLIS KÉRDÉSEI

Absztrakt

A t zoltási hatékonyság növelése érdekében a t zoltók számára is folyamatosan szükség van új fejlesztés t zoltó eszközök gyakorlati alkalmazására a kárfelszámolások során. Zárt terekben keletkezett tüzek oltásakor a mennyezet alatt összegyűlt forró füstgázok által keltett hő sugárzás el segíti a t z terjedését, ugyanakkor a kialakult magas hőmérséklet veszélyezteti a bennrekedt embereket, az épületszerkezeteket, a t zoltókat. A menekülési illetve behatolási útvonalak füsttel történő feltöltése pedig nagyban késlelteti a menekülést és a t zoltói beavatkozást. Fontos feladat tehát a hő és füst elvezetése, a szellőztetés biztosítása. A szellőztetés hatékonyságát pozitív nyomású ventiláció alkalmazásával lehet növelni. Az eljárás alkalmazására új típusú, az eddig használtaknál nagyságrenddel nagyobb effektív levegő szállítási teljesítményű ventilátorok adnak lehetőséget, amelyek használata Magyarországon még nem terjedt el. Az égés folyamatának mind tökéletesebb megismerése, a keletkező hő és égéstermékek elvezetése fontos, aktuális kérdés, ezért írásunkban vizsgáljuk a pozitív nyomású ventilátorok alkalmazásának feltételeit, bemutatjuk gyakorlati alkalmazásuk lehetőségeit. Kutatásainkkal kívánjuk felhívni a figyelmet a modern t zoltás-technikai eszközök alkalmazásának fontosságára, továbbá tapasztalatainkkal segítséget nyújtani a t zoltási feladatokat végrehajtó szakembereknek.

Kulcsszavak: T z, füst, szellőztetés, pozitív nyomású ventiláció, t zoltói beavatkozások

CURRENT ISSUES OF APPLYING POSITIVE PRESSURE VENTILATION IN FIREFIGHTING

Abstract

In order to increase the efficiency of firefighting there is a need for a practical application of newly developed firefighting equipment continuously during remediation.

In the course of extinguishing fires in confined spaces/an enclosed area, the thermal radiation caused by the hot flue gas layer under the ceiling helps the spread of the fire. Meanwhile, the high temperature endangers people caught in the trap of the fire, the building structures and firemen. The saturation of escape or penetration routes with smoke significantly delays the start of escape and firefighters' intervention. Thus extracting smoke and heat and ensuring ventilation is an important task. The efficiency of ventilation can be ensured with the use of positive pressure ventilation, which can be implemented by the application of the new, more effective airflow performance ventilators, the use of which, unfortunately, has not spread yet in Hungary. A deeper understanding of the combustion process, the exhaustion of resulting heat and fume is a major and actual issue, therefore in our research we examine the requirements of the application of positive pressure ventilators, as well as we present the possibilities of their application in practice. Our research aims to call the attention to the importance of the application of modern fire equipment, furthermore to support firefighting specialists with our research results.

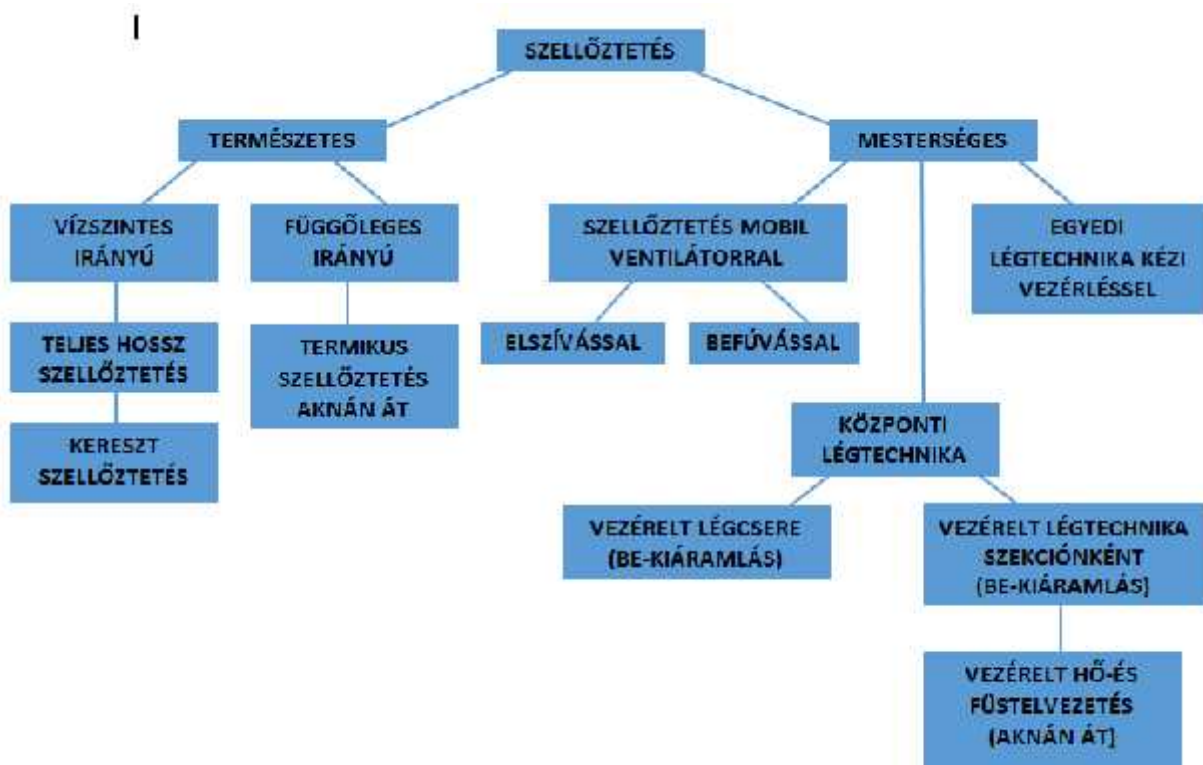
Keywords: Fire, smoke, ventilation, positive pressure ventilation, intervention of fireman

1. BEVEZETÉS

A zárttéri tüzek oltásával kapcsolatos egyik fő feladat az érintett terület megfelelő szellőzésének biztosítása. A beépített nyílászáró szerkezetek nyitásával csökkenthető a tűzhelyszínen kialakult magas hőmérséklet, és a szén-, toxikus anyagokat is tartalmazó füst egy része is a szabadba távozik. Amíg a mesterséges szellőztetés biztosításának semmilyen lehetősége nem állt rendelkezésre, a tüzesetek helyszínén a természetes adottságok hasznosításával megoldott szellőztetés volt az alapvető szabály. A tüzoltást végző állomány a tüzet megközelítve alapesetben minden lehetőséget kihasznál annak biztosítására, hogy megteremtse a közvetlen kapcsolatot a környezettel (a szabadba nyíló ajtók, ablakok kinyitásával, amennyiben szükséges kitörésével) a szellőztetés végrehajtására. A folyamat hatékonyságának növelése érdekében figyelembe kellett venni az uralkodó szélirányt, ezzel is gyorsítva a kiszellőztetés idejét [1]. A technika fejlődésével a módszerek tökéletesedtek, az igazi áttörést, mely a tüzoltást nagyban elősegítette, a mesterséges szellőztetés alkalmazása hozta meg. Ennek speciális formája a pozitív nyomású ventiláció, melynek aktuális taktikai alkalmazási kérdéseivel foglalkozunk írásunkban. Magyarországon még széles körben nem terjedt el ez a módszer, melynek hatékonyságára kutatásainkkal rá szeretnénk világítani, ezzel is elősegítve alkalmazásának elterjedését.

2. SZELLŐZTETÉSI LEHETŐSÉGEK, AZOKAT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

Az intenzív hőhatás épületszerkezetekre gyakorolt károsító hatásainak csökkentése érdekében a hő- és füstelvezetés legtöbb esetben természetes szellőztetés alkalmazásával valósul meg, pedig napjainkban több lehetőség is adott a folyamat megvalósítására, melyek a következő ábrán láthatók.



1. sz. ábra: Szellőtétés fajtái (forrás: [2])

T zsetek során, a beépített nyílászárók használatán túlmen en a forró füstgázokkal elárasztott teljes épület füstmentesítésének leghatékonyabb módja, ha legalább egy nyílást hoznak létre az épület legmagasabb részében, kihasználva ezzel a meleg füstgázok felfelé áramlásának fizikai folyamatát. A természetes szell ztetési lehet ségek alkalmazása esetén nyomatékosan hangsúlyozni szükséges, hogy ezek hatékonysága mindig a t z által érintett épület adott helyiségében fennálló körülményekt l és a bevetés helyén uralkodó id járási viszonyoktól függ, amelyekre figyelemmel kell lenni, hiszen a szell ztetés megtervezése mindig magában hordja a hibás döntés lehet ségét is.

A természetes szell ztetés lényege, hogy a zárt terek helyiségeit betölt forró füstgázok a nyomáskiegyenlít és vonalánál magasabban elhelyezked nyílásokon kiáramlanak, a kiáramló leveg helyébe a nyomáskiegyenlít és vonala alatt elhelyezked nyílászárókon h vös leveg áramlik be [3]. A nyílászárók elhelyezése szempontjából leghatékonyabb h - és füstelvezetés a helyiség mennyezetén kialakított nyíláson keresztül valósul meg. Mivel azonban a nyílászárók dönt en a helyiség oldalfalán találhatóak, a szell ztetés kevésbé megfelel en hajtható végre. A természetes szell ztetés hatékonyságát nagyban befolyásolják a következ tényez k:

- épületszerkezeti tényez k:

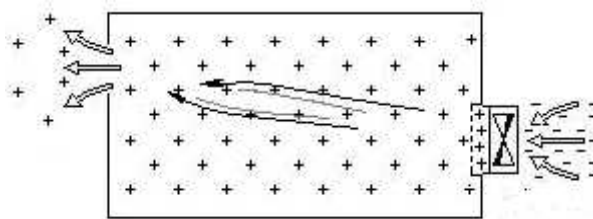
- a nyílások mérete, elhelyezkedése,
- a helyiség magassága,
- a keletkezett füstgázok és a nyílások közötti távolság,
- a levegő áramlási útjába eső akadályok,
- *időjárási tényezők:*
 - a levegő nedvességtartalma,
 - a külső és belső hőmérsékletkülönbség,
 - a szélirány [4],

Felismerve a tüzoltás folyamatában a zártterek szellőztetésének fontosságát, a kutatások a hatékonyság növelése irányába fordultak, így indult fejlődésnek a mesterséges szellőztetés. A beépített gépi füstelvezetéssel, kellő hatékonysággal biztosítható a szellőztetés, kivitelezésük az épületek többségénél azonban nem megvalósítható. A mobil eszközök alkalmazásának fejlesztésére került a hangsúly, füstelszívás és friss levegő befúvás tekintetében is komoly eredményeket értek el. A szellőztetés hatékonyságát a mobil ventilátorokkal tovább lehet fokozni, melyek gyakorlati alkalmazásának aktuális kérdéseit vizsgáljuk a továbbiakban.

3. MOBIL VENTILÁCIÓ ALKALMAZÁSI FELTÉTELEI

Az eddig ismertetett szellőztetési módszerek közül a levegő-befúvásos bizonyult a leghatékonyabbnak. A hagyományos felfogás, ismereteink és gyakorlati tapasztalataink szerint amennyiben tüzhez friss levegőt vezetünk, az fokozza az égést, fokozza a tüz terjedését, de a fentebb vázoltak alapján tudjuk, hogy a megfelelő hő- és füstelvezetéssel a tüz terjedése lassul, az oltás könnyebbé válik. Az eljárás hatékonyságának fokozására új típusú, nagyságrenddel nagyobb effektív levegő szállítási teljesítményű ventilátor adható lehetőséget, amelynek alkalmazásával már nem egyszerűen a hő- és füst eltávolítás a cél, hanem egy irányított, rendezett áramlás létrehozása. Egy Amerikai Egyesült Államokban végzett kutatások eredményei mutattak rá a zárttéri tüzek oltásánál a

2. sz. ábraán látható, egyszer elvek alapján alkalmazható, „Positiv Pressure Ventillation”¹, azaz **pozitív nyomású ventiláció** el nyeire. Az épület bejáratához (beáramló nyílás) telepített ventilátor a zárttérben magasabb nyomást hoz létre, mint a küls atmoszférikus nyomás. A szell ztetend helyiségben a környezetéhez képest átlagosan 4-5 mbar között mozog a túlnyomás nagyságrendje. A nyomáskülönbség hatására leveg áram jön létre a be- és kiáramló nyílás között, amely az ég helyiségen keresztülhaladva arra kényszeríti a keletkez forró leveg t, a toxikus gázokat és más égéstermékeket, hogy a leveg árammal együtt hagyják el az épületet. A forró leveg , a füst és az égési gázok h vös leveg vel pótlódnak, segítve az els dleges és másodlagos menekülési útvonalak fenntartását, ezzel a bajba jutott személyek, valamint a t z fészkeknek felkutatását és a t zoltói beavatkozást.



2. sz. ábra. Pozitív nyomású ventiláció. (Forrás: [5])

Kísérletek és gyakorlati tapasztalatok bizonyították, hogy a pozitív nyomású ventilálás nem gyorsítja a t z terjedését. A hideg leveg enyhe áramlásával csökkenti a t z h mérsékletét. Jelent s leveg áramlási sebesség kizárólag csak a be- és kiáramló nyílásnál lép fel. Az épület más részein az áramlás nagyon alacsony szint , ezért a t z terjedésére kifejtett hatása minimális. Bár a pozitív nyomású ventilálás kezdeti szakaszában megváltoztathatja a t z terjedési irányát, a t z elhajlik a nagyobb nyomású leveg útja szerinti irányba. A t z nem képes az elzárt és rejtett terek, üregek felé terjedni, mivel ezeknek a tereknek nincs kiáramló nyílásuk, így nem jön létre áramló leveg sem. Amennyiben viszont megfelel kiáramló nyílást alakítunk ki, akkor a túlnyomásos leveg az ellenállás hiányának köszönhetően a kiáramló nyílás irányába áramlik [6]. A túlnyomásos szell ztetés megfelelő helyen és időben történő alkalmazása biztosítja:

- a helyiségben uralkodó h mérséklet jelent s csökkenését, akadályozva az égési folyamatot a pirolízis hátráltatásával;
- az égéstermékek, köztük a toxikus gázok jelent s részének eltávolítását, növelve ezzel a bennrekedt személyek túlélési esélyeit;

¹ Az angol nyelvű levezetett kifejezés mellett használatos még a túlnyomásos szell ztetés, a ventilátoros szell ztetés, a nagyteljesítményű szell ztetés, vagy turbószell ztetés is.

- a látási viszonyok javítását, növelve ezzel az oltásban résztvevők beavatkozásának hatékonyságát;
- a füst áramlásának taktikai szempontoknak megfelelő, meghatározott irányba történő terelését.

A mobil ventiláció tüzoltásnál történő alkalmazásával rövid idő alatt látványos eredmény érhető el, azonban az eljárás alkalmazása előtt elengedhetetlen a körültekintő felderítés. Ennek során meg kell győződünk a szükséges feltételek fennállásáról, melyek a következők:

Az eljárás sikeres végrehajtásához szükséges idő

Alapvetően zárttéri körülmények fenntartása szükséges. Ha rövid időn belül a körülmények változása (jelentős összfelület nyílászárók kitörése, átégése) várható, más taktikai beavatkozás választása szükséges.

Kellően megbízható, a tűz fészke felett keresztülvezetett légáramlat

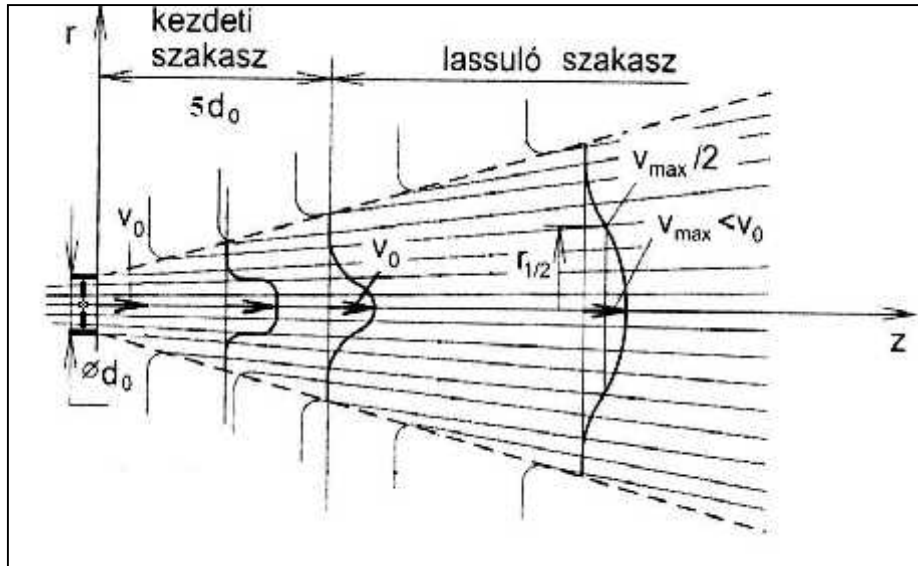
Fontos a tűz helyének megállapítása, hiszen a levegő áram útvonaltól úgy kell megállapítani, hogy az a be- és kiáramló nyílások közötti szellőztetendő területen helyezkedjen el. Minden, ami a levegő áram útjába kerülve szűkületet vagy elterelést okoz, csökkentheti a teljesítményt, valamint örvénylés alakíthat ki, növelve a forró füstgáz meggyulladásának veszélyét. Az esetleges akadályok eltávolításának lehetőségét meg kell vizsgálni [7].

A ventilátor elhelyezéséhez, a munkaközpontjához szükséges távolság

Az optimális elhelyezési távolságot illetően attól függően kell eljárunk, hogy milyen munkaközponttal mobil ventilátorral rendelkezünk. Eszerint két típust különböztetünk meg:

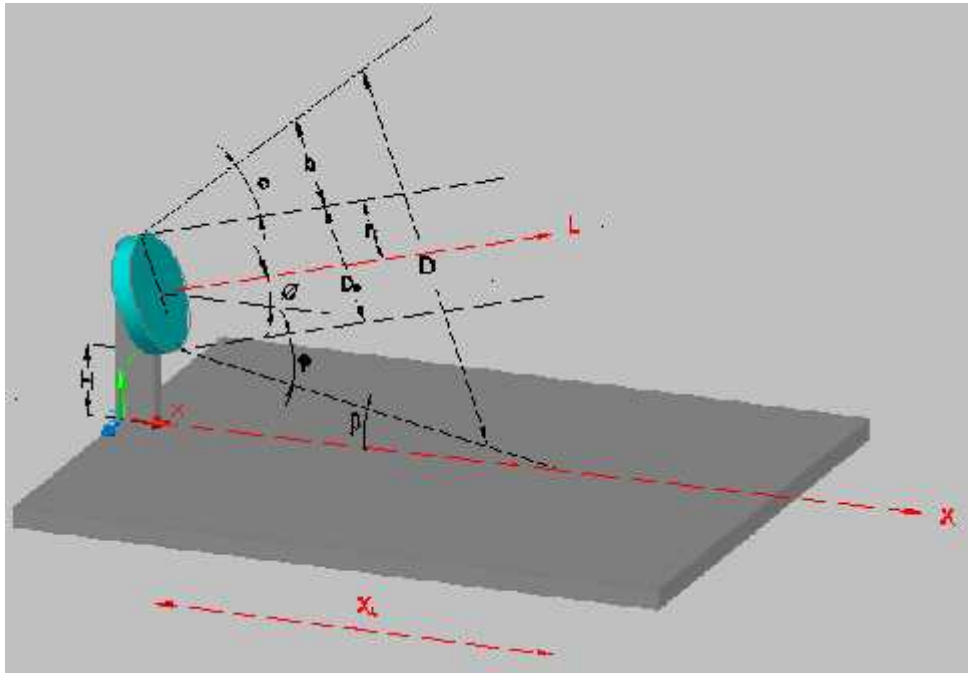
a.) A hagyományos értelemben vett pozitív nyomású ventilátor az egész szellőztetendő területet úgynevezett légkamrává változtatja, ahol a környezethez képest megemelkedett nyomás gondoskodik arról, hogy a helyiségben uralkodó atmoszféra egyenletesen, örvényléstől mentesen távozzon a szabadba [8]. Az eljárás lényegi elemét a ventilátor speciális kialakítású turbinalapátja adja. A kerék és a ház együttes hatása teszi lehetővé a legnagyobb légáramlást a levegő áram központjában, azaz a központosított légáramlást [9]. A ventilátorból kilépő levegő sugár palástja mentén érintkezik az álló réteggel, kölcsönhatásba lép vele, impulzusa egy része átadódik (3.sz. ábra). Az álló levegő egyre nagyobb részét mozdítja meg, miközben a szabadsugar állandó, v_0 kifúvási sebességgel jellemzett részének átmérője a külső levegő tömegfékezési hatásának (lamináris áramlás) következtében a

távolsággal közelít en arányosan csökken. A kilép keresztmetszett l mintegy 5 d₀ távolságban, a sugár z-nek nevezett tengelyén mérve, már csak a tengelyen egyezik meg a sebesség a kifúvási sebességgel [10].



3.sz. ábra: Szabadsugár szakaszai. (Forrás: [10])

Addig a keresztmetszetig, amíg legalább egy pontban megegyezik a sebesség a kifúvással, a szabad sugár kezdeti szakaszának tekintjük. Ezt követ en, $z > 5 d_0$ szakaszt lassuló szakasznak nevezzük, miután itt az áramlási sebességek kisebbek a v_0 kifúvási sebességnél, és a sugár hossza mentén csökkennek. A szabadsugárba bekevered , a sugár által magával ragadott környezeti leveg helyére küls leveg áramlik a sugár irányába, közelít en mer legesen a sugár tengelyére. A szabadsugár határa úgy definiálható, hogy ahol a sebesség kifúvási irányú komponense nagyobb nullánál, az tekinthet a határfelületnek. A szabadsugár határfelülete közelít en kúppalást felület , mivel a sugár keresztmetszetek átmér je közelít en egyenes arányosságban van a távolsággal. A szabadsugár tágulásával az áramvonalak csak kissé válnak széttartókká, kevésbé görbültek, miután a közeg lassulása csak mérsékelt ütem . Ebb l adódik, hogy a nyomás változása az áramvonalakra mer legesen elhanyagolható. Az kísérleti tapasztalat, hogy szabadsugárban a nyomás közelít en állandó, környezeti. Ahhoz, hogy a ventilátor beáramló nyílástól való optimális elhelyezési távolságát (XL) meghatározzuk (4.sz. ábra), meg kell állapítanunk a leveg kúp szögét (θ), amelyet úgy definiálhatunk, hogy az a leveg kúp kiterjedése a ventilátor középvonal tengelyét l [11].



4.sz. ábra: A levegő kúp geometriai paramétereinek.² (Forrás: [11] adatai alapján a szerző összeállítása)

A kúp kiterjedés távolságának (b_L) kiszámításával tudjuk meghatározni a kúpszöveget (α) {1} és {2} képlet segítségével.

$$b_L = \frac{D_L - D_0}{2} \quad \{1\}$$

$$\tan \alpha = \frac{b_L}{L} \quad \{2\}$$

Behelyettesítjük a képletbe {1} becsült távolság $L=3$ m - re lévő kúpátmérő táblázati értékét (3,2), valamint a lapátkerék átmérőjének méretét ($D_0 = 0,61$ m). A kapott eredmény képletbe {2} történő behelyettesítésével a kúpszög (α) értékét kapjuk.

$$b_L = \frac{D_L - D_0}{2} = \frac{3,2 - 0,61}{2} = \frac{2,59}{2}$$

² Ahol: α - levegő kúp szöge; ϕ - ventilátor rögzítési szöge; S - a levegő kúp talajjal bezárt szöge.

Behelyettesítve:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{2,59}{3} = 0,4316 \quad = 23,21^\circ$$

A kiszámított levegő kúpszög (φ), valamint az adott rögzítési szög (\varnothing) segítségével a levegő kúp talajjal bezárt szöge (β) a {3} képlettel számítható ki:

$$\beta = \varphi - \varnothing \quad \{3\}$$

Ennek megfelelően:

$$\beta = \varphi - \varnothing = 23,35 - 20 = 3,55^\circ \quad \operatorname{tg} \beta = 0,0685$$

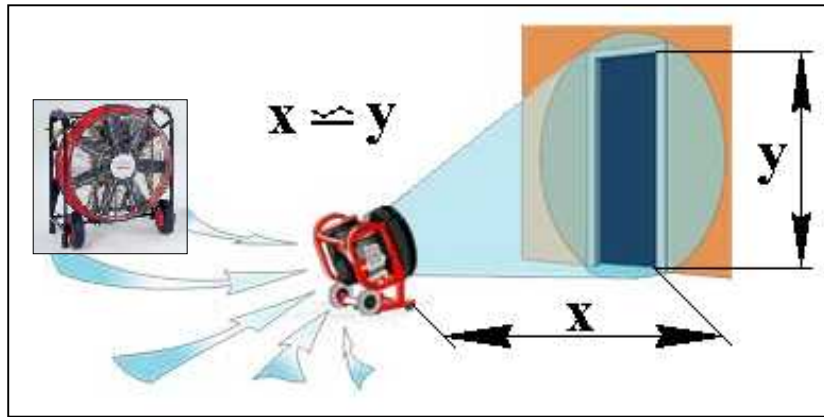
A lapátkerék talajtól mért távolsága ($H = 0,245$) ismeretével a levegő kúp talajt érintő távolság (X_L) meghatározható az alábbi képlettel {4}:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{H}{X_L} \quad \{4\}$$

Behelyettesítve:

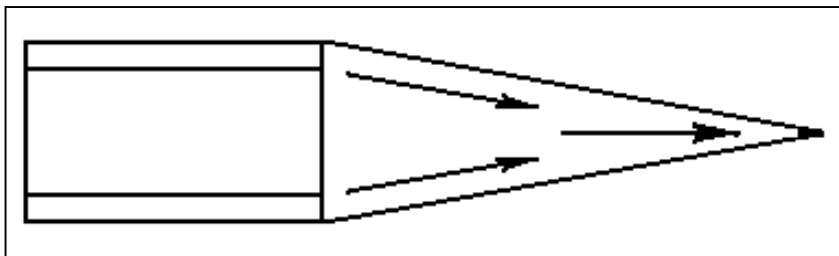
$$X_L = \frac{0,245}{0,0685} = 3,57 \text{ m}$$

A kutatások alkalmával történő megfigyelések alapján megállapítást nyert, hogy a levegő kúp körülbelül 3 m-es távolságban találkozik a talajjal, amely közel azonos a számított távolság értékével és a kúpszög $23,5^\circ$ -os mértékével. A bemeneti nyílást a kialakult levegő kúppal teljes egészében le kell fedni, hogy a füstgázok ne áramolhassanak visszafelé a ventilátor irányába, ennek eredményeként azonban sok szállított levegő kárba vész. Elfordulhat, hogy a beáramló nyílás levegő árammal történő lefedése a szűk helyiségek (pl. folyosók) végén nem lehetséges, a ventilátort ez esetben a lehető legtávolabb kell elhelyezni a bejárattól. Ezáltal azonban számolnunk kell a forró égéstermékek visszaáramlásával, amely veszélyt jelent a beavatkozókra, valamint az eljárás hatékonyságát csökkentve hosszabb ideig fog tartani a beavatkozás.



5.sz. ábra: Hagyományos értelemben vett PPV elhelyezése.
(Forrás: [5])

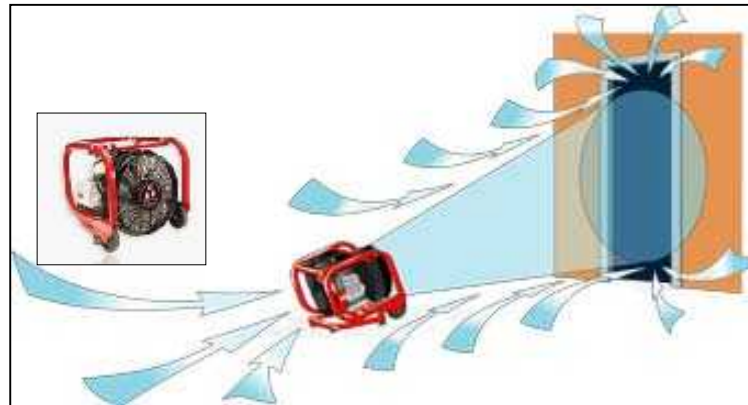
b.) Amennyiben azonban turbóventilátorral rendelkezünk, másképp kell eljárunk az elhelyezését illetően. Turbóventilátor esetében a ventilátorlapátok valamint az elhelyezésüket szolgáló szellőző ház speciális kialakításával az axiális irányba kilépő levegő sebességét megnövelték. Ennek eredményeként - ellentétben a hagyományos értelemben vett pozitív nyomású ventilátor kúp formájú áramlási képével - a turbina áramlási képe „t” formát mutat (6. ábra) mivel a turbina által felgyorsított egyes levegő részecskéknek eltér a kiáramlási sebességük és a kiáramlási sugaruk megvezetése.



6.sz. ábra: A turbina áramlási képe. (Forrás: [5])

Amennyiben az áramlási sebesség növekszik, akkor az áramló közeg peremterületein mérhető nyomásesés jön létre, mivel a levegő részecskék a turbinaátmérőn keresztül különböző sebességre gyorsulnak fel, és ez a nyomásesés az áramlási sugár mentén is különböző nagyságú. A nyomásesést a környező levegő kiegyenlíti, azaz a turbinaárammal elszállítódik, henger alakú sugárkép formájában. Amennyiben a ventilátor megfelelő távolságban van elhelyezve a beáramló nyílástól, akkor a ventilátor összteljesítménye a sugárszivattyú elve alapján még tovább emelhető. Mindennek köszönhetően megfelelő mennyiségű levegő áramlik a szellőztetendő helyiségbe. Ennél az eljárásnál azonban minden akadály, szűk keresztmetszet nem kívánt örvényléseket okozhat [12].

Turbóventilátor alkalmazásánál nem szükséges a keletkezett levegő árammal lefedni a beáramló nyílást (7. sz. ábra), így a beáramló nyílás magasságánál közelebb is elhelyezhető, anélkül, hogy a forró füstgázok visszaáramlását okozná. Ebből fakadó elnye, hogy folyosókon, szűk helyiségekben is ködtetve is hatékonyan alkalmazható.



7. sz. ábra: Turbventilátor elhelyezése. (Forrás: [5])

Mobil ventilálás alkalmával a ventilátorok típusától függetlenül minden esetben figyelembe kell venni a szél irányát és erősségét. A telepítés folyamán törekedünk a beáramló nyílás nyomásoldalán, valamint a kiáramló nyílás azzal ellentétes oldalon történő kiválasztására. A mobil ventilátorok kialakításukból adódóan **felügyelet nélkül**, teljes terheléssel üzemeltethetők.

c) Be- és kiáramló nyílás aránya

A pozitív nyomású ventilálásban a siker kulcsa a beáramló nyílás, a beltéri levegő áram és a kiáramló nyílás kontrollja. Az alkalmazás akkor a leghatékonyabb, ha a be- és kiáramló nyílások arányát a ventilátor számával és teljesítményével arányosan vesszük figyelembe az **Error! Reference source not found.** és **Error! Reference source not found.** táblázat szerint úgy, hogy a kiáramló nyílás 0,75 - 1,75-ször nagyobb a beáramló nyílásnál.

A be- és kiáramló nyílások aránya egy ventilátor alkalmazása esetén	A készülék teljesítménye	Be- és kiáramló nyílások aránya
	1,3 - 2,0 LE-ig	0,75 - 1,0
3,0 - 5,0 LE-ig	1,1 - 1,5	

A be- és kiáramló nyílások aránya kettő, vagy több ventilátor alkalmazása esetén	A készülék teljesítménye	Be- és kiáramló nyílások aránya
	3,0 - 5,0 LE-ig	1,5 - 1,75

1 - 2.sz. táblázat: A be- és kiáramló nyílások aránya kettő, vagy több ventilátor esetében. (Forrás: [5])

4. ÖSSZEGZÉS

A zárttéri tüzek többsége az otthon jellegű épületekben keletkezik. A tűz során a bennrekedt személyek életének mentése, az épület szerkezetének, berendezési tárgyainak védelme, valamint a tűz oltása tekintetében különösen fontos a hatékony tűzoltás, melyhez elengedhetetlen a megfelelő szellőztetés. Írásunkban rávilágítottunk a zárttéri tüzek oltásával egy időben történő szellőztetési módszerek hatékonyságára, és a hatékonyság növelése érdekében alkalmazható pozitív nyomású ventilálás elveire. Vizsgáltuk továbbá a mobil ventilátorok gyakorlati alkalmazásának feltételeit, bevethető segítő szabályait, iránymutatást adtunk a szakszerű használat elsegítésére. Kísérletek és az eddig szerzett gyakorlati tapasztalatok egyértelműen alátámasztják, hogy a mobil ventilálás segítségével, megfelelő körülmények mellett a beavatkozások hatékonysága növelhető. Bízunk benne, hogy kutatásainkkal hozzá tudunk járulni a mobil ventilálás hazai gyakorlatban történő elterjedéséhez.

5. FELHASZNÁLT IRODALOM

1. Erdei Mihály: Szellőztetés a tűzoltói beavatkozás helyén.
Védelem (ISSN: 1218-2958) X. évfolyam 5. szám, 2003.
2. Kuti Rajmund: Alagutakban keletkezett tüzek oltásának módszerei, technikai eszközei
I. Beépített tűzvédelmi berendezések, Védelem Online Tűz-és Katasztrófavédelmi Szakkönyvtár, 7 p. 2014. URL: <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/500-alagutakban-keletkezett-tuzek-oltasanak-modszerei-technikai-eszkozei-i-beepített-tuzvedelmi-berendezesek.pdf>
3. Bleszity János, Zelenák Mihály: Tűzoltástaktikai alapismeretek.
BM Könyvkiadó, Budapest, 1989.
4. Heizler György: A túlnyomásos szellőztetés.
Védelem (ISSN: 1218-2958) III. évfolyam 1. szám, 1996.
5. Zólyomi Géza: Mobil ventilátorok alkalmazásának lehetőségei a zárttéri tüzek oltása folyamatában, doktori (PhD) értekezés, ZMNE Budapest, 2010.
6. Heizler György: A túlnyomásos szellőztetés felvelei.
Védelem (ISSN: 1218-2958) XII. évfolyam 5. szám, 2005.

7. Zólyomi Géza: Pozitív nyomású ventiláció alkalmazásának tapasztalatai zárt terüzetek oltásánál. Védelem (ISSN: 1218-2958) XIII. évfolyam 3. szám, 2006.
8. Erdei Mihály: Túlnyomásos szellőztetés.
Védelem (ISSN: 1218-2958) X. évfolyam 5. szám, 2003.
9. Heizler György: Propellerek a Security & Safety-n.
Védelem (ISSN: 1218-2958) X. évfolyam 6. szám, 2003.
10. Lajos Tamás: Az áramlástan alapjai.
Műegyetemi Kiadó, Budapest, 2004.
11. M. Kumm and H. Ingasson: Entrainment in a free jet generated by a Positive Pressure Ventilator. Fire Technology, (in press).
12. Erdei Mihály: Szellőztetés turbinával.
Védelem (ISSN: 1218-2958) X. évfolyam 5. szám, 2003.

Dr. Zólyomi Géza PhD

Kirendeltség-vezető, Heves Megyei Katasztrófavédelmi Igazgatóság, Gyöngyös
Katasztrófavédelmi Kirendeltség, 3200 Gyöngyös, Kossuth L. u. 1.;

zolyomi@t-online.hu

Géza Zólyomi PhD

commander of disaster department, Directorate for Disaster Management of Heves County,
Gyöngyös Disaster Department, H-3200 Gyöngyös, Kossuth Street 1.

ORCID: 0000-0002-6006-8416

Dr. habil. Kuti Rajmund PhD

egyetemi docens, Széchenyi István Egyetem, Gépészmérnöki, Informatikai és
Villamosmérnöki Kar, 9026, Győr, Egyetem tér 1.

Rajmund Kuti PhD

associate professor, Széchenyi István University, Faculty of Mechanical Engineering,
Informatics and Electrical Engineering, H-9026 Győr, University Square 1

kuti.rajmund@sze.hu

ORCID: 0000-0001-7715-0814

Fecser Nikolett

egyetemi tanársegéd, PhD hallgató, Széchenyi István Egyetem, Multidiszciplináris M szaki
Doktori Iskola, 9026 Győr, Egyetem tér 1.

Nikolett Fecser, assistant lecturer, PhD Student, Széchenyi István University,
Multidisciplinary Technical Doctoral School H-9026 Győr, University Square 1.;

fecser.nikolett@sze.hu

ORCID: 0000-0001-6795-9409

A kézirat benyújtása: 2016.11.15.

A kézirat elfogadása: 2016.12.08.

Lektorálta: Dr. habil Restás Ágoston PhD

Dr. Vass Gyula PhD