



# A tűzoltósági, katasztrófavédelmi légzésvédelem története, jelene és jövőbeli lehetőségei<sup>1</sup>

## History, present and future of respiratory protection in fire brigades and disaster management

**Pántya Péter**

Dr. habil, PhD, egyetemi docens, tü. alezredes  
Nemzeti Közszolgálati Egyetem,  
Rendészettudományi Kar  
pantya.peter@uni-nke.hu



### Absztrakt

**Cél:** A tűzoltósági és katasztrófavédelmi beavatkozó területen a kárfelszámolási tevékenységek jellemzően károsodott, az ott tartózkodókra veszélyes környezetben történnek. Jelentős veszélyforrás lehet a tűzoltások, műszaki mentések vagy katasztrófaelhárítások során a levegő összetétele, szennyezettsége, oxigéntartalma, amely közvetlen hatást jelent a beavatkozás taktikájára, módjára, személyi feltételeire. Nem volt jelentős különbség ezen káreseti feltételekben a közeli (elmúlt évtizedek) és távolabbi (évszázados) múltban sem, mindamellett ez egy igen alacsony szinten kutatott és publikált terület. A kárhelyszínen található levegőtől szükség esetén – és a lehetőségek függvényében – mindig is függetleníteni kellett a beavatkozó tűzoltó erőket, amire már évszázados kutatások utalnak. Jelen cikk célja a múlt ez irányú feltárása, és az elérhető hazai és nemzetközi irodalmak összesítése.

A tűzoltósági területen elsősorban a sűrített levegős légzésvédelem kerül alkalmazásra, így a cikk fókusza is ide helyeződik. Bemutatásra kerül az általános tűzoltósági káreseti környezet, a kárhelyszíni veszélyforrások, a légzésvédelmet igénylő beavatkozások körülményei. Ezt követően a távolabbi, majd közelebbi múltbeli megoldásokat áttekintve ismertetésre kerülnek a történelmi

<sup>1</sup> A mű a TKP2020-NKA-09 számú projektben a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a Tématerületi Kiválósági Program 2020 pályázati program finanszírozásában valósult meg.

és – ezek fejlődése során elért – jelenlegi hazai és nemzetközi, légzésvédelmi irányú műszaki környezet.

**Módszertan:** A cikkben szakirodalom-kutatás alkalmazásával elemzésre kerültek a hazai és nemzetközi szerzők vizsgált területet érintő és szűkösen elérhető aktuális kutatási eredményei.

**Megállapítások:** A kutatás során és jelen publikációban bemutatásra kerülnek a tűzoltói légzésvédelmet érintő olyan múltbéli megoldások és történelmi fejlődések, amelyek által a fejlődés eljutott a manapság használatos lehetőségekig.

**Érték:** Ezen összesítő mű hiánypótlónak tekinthető alkotás, kifejezetten kevés kutatás és magyar nyelvű írás foglalkozik a tűzoltósági területtel, a légzésvédelem korai lehetőségeivel.

**Kulcsszavak:** tűzoltóság, katasztrófavédelem, légzésvédelem, sűrített levegős

## Abstract

**Aim:** Intervention activities in fire and disaster management areas typically take place in a damaged environment that is hazardous to occupants. The composition, pollution and oxygen content of the air, which has a direct impact on the tactics, methods and personnel conditions of intervention, can be a major source of danger during firefighting, technical rescue or disaster relief operations. There was no significant difference in these damage conditions in the recent (last decades) and more distant ('hundred years') past, however this is a very under-researched and under-publicised area. If necessary and possible, the air at the scene of the damage has always had to be isolated from the fire-fighting forces, as centuries of research have shown. The aim of this article is to explore the past in this aspect and to summarise the available Hungarian and international literature.

Compressed air respiratory protection is mainly applied in the fire service field, hence the focus of this article too. The general firefighting environment, the contingency at the scene of the fire, and the circumstances of interventions requiring respiratory protection are described. This will be followed by a review of the more distant and then more recent past solutions, describing the historical and, as they have evolved, the current national and international technical environment in the field of respiratory protection.

**Methodology:** In the article, the current research results of national and international authors in the field under study and the scarcity of available research were analysed by using literature search.

**Findings:** The research and this publication will review the past solutions and historical developments in firefighter respiratory protection that have led to the capabilities used nowadays.

**Value:** This summarizing work can be considered as a niche work, especially few researches and writings in Hungarian language deal with the field of firefighting, the early possibilities of respiratory protection.

**Keywords:** fire service, disaster management, respiratory protection, compressed air

## Bevezetés

A tűzoltósági és katasztrófavédelmi beavatkozó területen a kárfelszámolási tevékenységek jellemzően sérült, károsodott, az ott tartózkodókra veszélyes környezetben történnek. Jelentős veszélyforrás lehet a tűzoltások, műszaki mentések vagy katasztrófaelhárítások során a levegő összetétele, szennyezettsége, oxigéntartalma, amely közvetlen hatást jelent a beavatkozás taktikájára, módjára, személyi feltételeire. Nem volt jelentős különbség ezen feltételekben a közeli (elmúlt évtizedek) és távolabbi (évszázados) múltban sem, és a következő években, évtizedekben sem várható jelentősebb mértékű elmozdulás a kárhelyszíni veszélyek terén. A légzésvédelem mindenkori alapvető tevékenysége a biztonság ez irányú megteremtése.

A kárhelyszínen található levegőtől szükség esetén – és a lehetőségek függvényében – mindig is függetleníteni kellett a beavatkozó tűzoltó erőket, amire már évszázados kutatások utalnak. A beavatkozó tűzoltósági területen elsősorban a sűrített levegős légzésvédelem kerül alkalmazásra, így a cikk fókuszja is ide helyeződik. A mindenkori aktuális műszaki fejlettség szintjén igyekeztek megoldást találni erre a problémára. Napjainkban több használható műszaki megoldás is rendelkezésre áll, ezt pedig befolyásolja a rendszeresített és készenlétben tartott, így a káreseteknél történő azonnali bevetetőséget garantáló eszközárzenál. A jelenleg is folyó hazai és nemzetközi kutatások és fejlesztések alapján már látható az a képesség, amit a légzésvédelem a következő években el tud érni.

Jelen cikkben bemutatom az általános tűzoltósági káreseti környezeteket, a kárhelyszíni veszélyforrásokat. A légzésvédelmet igénylő beavatkozások körülményei és követelményei szintén ismertetésre kerülnek. Felépítésében a cikk ezt követően a távolabbi, majd közelebbi múltbéli megoldásokat tekinti át az egyes korszakok különböző műszaki lehetőségeinek bemutatásával, a vonatkozó területet érintő fejlődés megjelenítésével. Röviden ismertetésre kerülnek a jelenlegi hazai és nemzetközi légzésvédelmi irányú műszaki környezetek, a rendszerben tartott, a tűzoltóságok által a mindennapokban használt kivitelek. Elemzésre és

bemutatásra kerülnek a vizsgált területet érintő hazai és nemzetközi szerzők aktuális kutatási eredményei, az azokból levonható következtetések.

A napjainkban zajló fejlesztések és a jövőbeli igények megvizsgálása alapján bemutatásra kerülnek a cikkben azok a műszaki légzésvédelmi megoldások, amelyek igen hamar, már a közeljövőben elérhetővé válhatnak az egyes nemzetek tűzoltósági szervezetei számára. Rövid kitekintéssel a középtávú, 5–10 éven belül elérhető komplex légzésvédelmi és a tűzoltósági beavatkozásokat segítő eszközök felvázolása is megtörténik.

## **Alkalmazott módszerek**

A cikk elkészítése során alkalmazott módszerek alapvetően a vonatkozó hazai és nemzetközi, idegen nyelvű irodalom áttekintése és elemzése, egyes esetekben összehasonlítása volt.

Az egyéb módszereket érintően a tűzoltóság és a katasztrófavédelem terén szolgáló, különböző területeken tevékenységeket ellátókkal, valamint a légzésvédelem területén az egyes nagyobb gyártók szakértőivel folytatott irányított konzultációk biztosították a további adatgyűjtést.

## **Eredmények**

### *A tűzoltók légzésvédelmet igénylő beavatkozási környezetei*

Maga a veszélyes környezet, ahol a tűzoltóknak feladatokat kell ellátniuk, meghatározza, hogy milyen védőeszközöket kell használniuk. Jellemzően a tűzoltási tevékenységek során, de egyes esetekben műszaki mentések esetében, életmentéskor a kárhelyszíni környezet tartalmazhat mérgező, maró füstöt és gázokat, de az emberi szervezet számára elégtelen mennyiségű oxigént is.

Látható a többes követelmény, amit a modern légzésvédelmi megoldásoknak biztosítaniuk kell, de ez csak mindig a kor műszaki fejlettségi szintjén és megfelelő gazdasági környezetben tehető meg. A jelenlegi sűrített levegős készülékek tűzoltói alkalmazását célzóan Zemplén István foglalta össze a főbb környezeti, személyi és műszaki követelményeket és előírásokat ([Zemplén, 2008](#)). Ezt, a beavatkozó tűzoltók védelmét érintő kérdéskört kiegészíti Szücs Tamás korábbi, évtizedes összefoglaló írása, benne kitekintéssel a légzésvédelemre és a közeljövő védőeszköz-fejlesztési javaslataira ([Szücs, 2007](#)).

## *A manapság alkalmazott légzésvédelmi megoldások előzményei, alapvető működése és felépítése*

A jelen cikkben bemutatott és a világ tűzoltóságai által jellemzően alkalmazott légzőkészülékek a múltban alapvetően kétirányú fejlesztés szerint kerültek fejlesztésre és kivitelezésre. Az egyik irány a kémiai elven működő zárt rendszerű, a kilégzett levegőt megtisztító és újra felhasználó (újralégző) vagy a környezeti levegőt alkalmazó és azt a lehetőségek szerint megsűrítő megoldások voltak. A másik irány alapján folyamatos friss levegő bejuttatása történt meg a tűzoltó számára egy hosszú tömlős és pumpás megoldással vagy az általa hordozott tartályos, sűrített levegős, külső tömlőktől független kivittel.

Mindegyik, előzőekben említett légzésvédelmi eszköz tartalmazott egy védőálcot vagy sisakot a friss, szűrt levegő bejuttatásával és a látás, egyes esetekben a hallás alapvető védelmével és biztosításával. A kilégzett levegő vagy egy regenerációs eszközbe vagy a környezetbe távozott.

A világ tűzoltóságai által manapság és az elmúlt néhány évtizedben alkalmazásra kerülő tűzoltó légzésvédelmi eszközök már jellemzően hordozható, a tűzoltó hátára rögzített, sűrített levegős kivitelek. Itt a tartályban lévő, jellemzően 300 bar nyomással összesűrített tiszta levegő általában 30–40 perces védelmi időt biztosítva áll rendelkezésre a teljes arcot védő álcokban, a kilégzés a környezetbe történik. Állandó és kismértékű túlnyomást biztosítanak a tüdőautomaták az álcokon belül, így az esetleges tömítetlenség esetén sem jut be külső, szennyezett levegő ([URL1](#)).

## *A múltbeli légzésvédelmi eszközök történelme magyar vonatkozásban*

Az első légzésvédelmi készülék felfedezője terén található eltérő irodalmi megállapítások, amelynek oka a korabeli kommunikációs és hírterjedési lehetőségek korlátozottsága és lassabb volta is.

A vonatkozó magyar történelem irodalmának áttekintése közben Berki Imre kutatását szükséges elsőként alkalmazni, aki a magyar vonatkozású légzésvédelmi kutatás-fejlesztést vizsgálta művében (Berki, 2018). A kezdeti tűzoltói légzésvédelmet (az 1800-as évek környékén) ő is hasonló eszközökkel látta biztosítottnak, mint a nemzetközi irodalomkutatásban feltárt szerzőtársai. Ezek: a környezeti levegő szűrése különböző és nedvesített kendőkkel, szivaccsal. Az általa feltárt későbbi magyarországi fejlesztések hasonlóak az írásom későbbi részében bemutatásra kerülő nemzetközi megoldásokhoz, de a különböző eszközöket érintő feltalálói elsőség felderítésére – egy kivételével – jelen cikk kereteiben nincs lehetőség.

Megemlíthető a Lukáts-féle füstsisak, ahol a tűzoltó védősisak nyakrészénél tömlővel és fűjtatóval juttatnak be friss levegőt és ez jut el a viselő arcához, azonban zárt álarc nélkül, ami magával vonja a szennyezett légtérrel való keveredést.

Az első magyarországi légzésvédelmi készülékfejlesztést Kőszeghi-Mártony Károly nevéhez köthetjük, aki – mint a cikk későbbi részében is látható lesz – szintén a bányászati, aknász területhez kötődően kezdte meg vonatkozó kutatását. Hároméves kutatását 1830-ban fejezte be egy konkrét sűrített levegős eszköz elkészítésével, amely 20 barral működött. A levegő egy szabályozható szelepen keresztül folyamatosan áramlott a kecskebőr sisakba, és az irodalom alapján mintegy 30 perces védelmi idő volt elérhető a gyakorlati tesztek alapján. Általános gyakorlati alkalmazása sajnos nem valósult meg, azonban a jelen cikk keretében folytatott irodalomkutatás alapján a mai készülékekhez hasonló kivitel első megalkotása a magyar Kőszeghi-Mártony Károlyhoz köthető.

Magyarországi területen a később alkalmazott oxigénes légzésvédelemről a sűrített levegős légzőkészülékekre való áttérés megkezdését Varga Ferenc az 1980-as évekre helyezi (Varga, 2020). Ez a fejlesztés magával hozta a töltő-kompresszorok és légzőbázisok kialakításának szükségességét is az egyes – ha nem is mindegyik – tűzoltó-parancsnokságokon.

### *A légzésvédelmi eszközök nemzetközi szintű történelmi fejlődése*

Nemzetközi kitekintésben a légzésvédelem történelmét érintően más képet kapunk, különösen az angolszász országokból. Az Amerikai Egyesült Államokban széles körű, bár alaposabb elemzéseket nem tartalmazó források találhatóak. Esther Fleming írásában az első brit modelleket az 1900-as évek elejére helyezi, ez alapján a prototípus megalkotását Siebe Gorman (és társai) által 1906-ban adja meg (URL10). A készülék hordozható kivitelű volt, tartalmazva oxigénpalackot és egy légtartályt, benne abszorbens (a levegő minőségét, összetételét befolyásoló) anyaggal.

A Londoni Tűzoltóság (London Fire Brigade) honlapjának történelmi, múzeumi aloldala alapján ezen légzőkészülék elnevezése a füstsisak (Smoke Helmet) volt, itt fényképes szemléltetések is megtalálhatók (URL2). Írásuk alapján a kiinduló alap a korabeli mélyvízi bűvár megoldások voltak. A lélegzést biztosító bemeneti tömlők működtetéséért, levegővel ellátásáért egy másik személy felelt a füstsisakot viselő és használó tűzoltón kívül. A légtömörséget, tehát a friss levegő benntartását és a szennyezett külső levegő kizárását egy, a sisakra a nyaknál rögzített nyakvédő kepi biztosította. Tekintettel arra, hogy a friss levegő bejuttatása folyamatos kellett legyen egy tömlőn keresztül, ennek a tömlőnek a hossza egyben korlátozta a zárt térbe behatoló tűzoltó mozgásterét

is. Ugyanezen forrás alapján és szintén ugyanitt, a Londoni Tűzoltóság alkalmazásában a következő lépcső 1914 volt, amikor az eddigi gyártó egy teljesen új koncepciót alkotott Proto néven. Az elődtípust követően itt már feloldásra került a tömlőhosszhoz való kötöttség, egy hordozható készülék került kifejlesztésre és rendszerbeállításra. Ez a bányamentőkéhez hasonló regenerációs, oxigén-visszapótló és széndioxid elnyelő kivitel volt (újralégző). A légzőkészülék tűzoltók általi használata már rövidebb képzéshez volt kötve, de viszonylag hamar bevezetésre került, és ezen védőeszköz használatával a tűzoltók már csapatban is tudtak feladatokat végrehajtani a füsttel és veszélyes anyagokkal telített zárt terekben. A következő évek és évtizedek során ezt a típust több alkalommal modernizálták, az utolsó változatát MK V néven az 1950-es évek végén mutatták be, amikortól is minden tűzoltó gépjárműfecskendő felszerelésre, málházásra került három-három darab ilyen légzőkészülékkel.

Az ezt követő modernizálás során az 1960-as években már a sűrített levegős rendszerek irányába fordult a fejlesztés. Az első kiviteleknel mintegy félórás védelmi idő volt elérhető, azonban a viselő tűzoltó általi magasabb fizikai aktivitás (például személymentés, terhek cipelése, nehéz terepen való vertikális mozgások) jelentősen lecsökkentette ezt az időtartamot. A mai napokban is alkalmazott kivitelekhez már ezen típusok álltak legközelebb: teljes álarc használata, függőleges rögzített sűrített levegős tartály a tűzoltó hátán, és tekintettel a beszédhang kijutásának korlátaira olyan elemek beépítése, amelyek segítségével az egymás közötti kommunikáció könnyebbé vált. Az 1970-es évek során már minden készenlétkben, szolgálatban álló londoni tűzoltó számára elérhetővé váltak ezek a modernebb védőeszközök ([URL2](#)).

Más forrás alapján mélyebb múltba tekintés is látható, miszerint az 1800-as évekig jellemzően a bányászat területéről érkezhettek tűzoltósági célú megoldások ([URL3](#)). Ilyenek többségében a benedvesített állatbőrök használata volt a füst elleni védelemre, porok és gázok szűrésére. A különböző ártalmas anyagok elleni légzészédelemre már Leonardo Da Vinci is ajánlott nedves ruhákat az orr és száj takarásával.

Az 1827-ben tett felfedezések alapján a különböző szűrőbetétek alkalmazása indulhatott meg. Az 1910-ben, az Amerikai Egyesült Államok kormánya által a bányászok egészségvédelme érdekében alapított szervezet révén tett lépéseknek köszönhetően 1919-ben elindult az első légzészédelmi minősítési, szabványosítási program (Spelce, Rehak, Metzler, & Johnson, 2017). 1920-ban az MSA Safety Company gyártó által készülhettek az első Gibbs légzőkészülékek. Ezek a tűzoltóságok által is alkalmazott zárt rendszerű légzőkészülékek alapvetően sűrített oxigénnel működtek, és különböző anyagokat tartalmaztak a keletkezett (kilégzett) szénmonoxid eltávolítására.

Kiegészítve és összehasonlítva a tűzoltó légzésvédelem történelmét kutató és publikáló szerzők munkáit, egyes légzőkészülékek és azok különböző fejlettségi kiviteleiről több háttérismeret is elérhető. Torbjorn Lundmark kutatásai alapján az előzőekben említett, a Londoni Tűzoltóságon kifejlesztett és alkalmazott füstsisak (Smoke Helmet) több előző fejlesztési szakaszt is tartalmazott (Lundmark, 2020). Egy előző kivitel volt a „füstsapka” (Smoke Cap), amely nem függött a folyamatos külső levegőbejuttatás igényétől. A légzésvédelmet egy szűrő biztosította a jelen cikkben megemlítésre kerülő John Tyndall által kidolgozott módon, biztosítva a füst és a gázok, gőzök átszűrését. A Londoni Tűzoltóságon ez a szűrő került összeépítésre egy borjúbőr álarccal, immáron füstsapka néven rögzítve a védősisakhoz, így védve a tűzoltó arcát, orrát, valamint száját. A legfontosabb eleme ennek az eszköznek tehát a levegőszűrő egység volt, ami egy sárgaréz tartályból állt, s ebből, ennek tartalmán keresztül szívta be a levegőt a használója. A szűrőbetét hét réteget tartalmazott, benne száraz vattát, glicerinnel átitatott gyapjút, apróra zúzott szenet és mésztöredékeket. A későbbiekben bár Londonban is visszatértek a külső tömlős megoldásokra, a nemzetközi irodalomban az első eredmények között említik meg mint hordozható légzésvédelmi megoldást a tűzoltók számára.

Ennél a korszaknál régebbre tekintve, a légzőkészülékek feltalálása és alkalmazása előtti időszakokra a tűzoltók által viselt hosszú szakállnak benedvesítését és ezt szájba helyezve, ezen átszűrve légzést ismerteti ugyanezen szerző az úgynevezett „tűzoltó folklór” alapján. Paul Hashagen ezt szintén megerősíti, valamint több korabeli próbálkozást is bemutat (URL12).

A füst elleni védekezés a kor technikai lehetőségei alapján számos olyan irányt jelentett, amely nem állta ki az idő próbáját már rövid távon sem. Megvalósult példaként Európához és azon belül Olaszországhoz (más forrás szerint Franciaországhoz) kötődik az „Apparatus Aldini” 1825-től Chevalier Aldini által. Ennél az eszköznél egy fejre felvett belső azbeszt anyagra, a fejtől távolságot tartva egy fém sisak került felhelyezésre, ez által egy rövid hő elleni védelem, valamint a sisak belsejében lévő levegő mennyiségéig egy igen rövid légzésvédelem valósult meg. Az eszköz kikísérletezése és több tudományos-szakmai testületnél való bemutatása során látható és bizonyított volt, hogy a káros gázokat használható időtartamig távol tartotta a viselője légzőszerveitől. Egy kísérlet során a láng feletti tartózkodás során mintegy egy percen keresztül nem ütötte át a füst vagy a láng a védőréteget. Egész testpáncélos kivitelben tesztelve, nagy lángtéren való lassú áthatoláskor a kísérletben részt vevő tűzoltók nem sérültek meg, így egyszerre biztosította az eszköz a hő elleni és a légzésvédelmet. Ennek a korai légzésvédelmi eszköznek a következő évtizedeket érintő továbbfejlesztései során egy rögzített álarc került beépítésre és egy háton hordozott tartály.



Az 1880-as évekre került szabadalmaztatásra a „füstvédelmi” (smoke protector) megoldás a Vajen-Bader vállalat által. Willis C. Vajen egy vasáru kereskedő és feltaláló volt az Amerikai Egyesült Államokban (Indiana állam, Jackson Country), aki William Bader zongorakészítővel készítette az első kiviteletet, később, 1893-ban tökéletesítve azt Chicago tűzoltóparancsnoka, Dennis Swenie segítségével. 1898-ban az úgynevezett füstvédelmi sisak (smoke helmet) eljutott Ausztráliába is, ahol a Sydney-i Tűzoltóság vezető beosztású tisztje végzett vele kísérleteket. Itt kénnel, csípős chilipaprika őrlményével és szalmafüsttel telített helyiségben kerültek a tesztelési folyamatok lefolytatásra. A korabeli újságcikkek alapján az alapvetően bőrből készült alapok biztosítottak bizonyos mértékű védelmet a lehulló tárgyak ellen, a látás, kitekintés kristályüveglencséken keresztül történhetett meg. A kisméretű és hátul rögzített légtartály egy pumpával volt tölthető, és a környezettől függően szabályozhatóan használva – a korabeli hírek alapján – egy órán át biztosított légzésvédelmet. Jelen kutatás alapján nem egyértelmű a tömlővel való levegő-utánpótlás igénye és módja, minősége, ami az eszköz valós használati értékét is befolyásolja. A fűleknél nyílások kerültek kialakításra, így biztosítva a jobb hallást, valamint a bajba jutott tűzoltó egy rögzített síppal jelezhetett vészhelyzetet a társai számára ([URL4](#)).

1824-ben egy bányász, John Roberts alkotott egy füstkámzsát, másnéven „füst légzőt” a káros anyagok kiszűrésére. A jelen cikk témája szempontjából ez nem kifejezetten légzőkészülék, azonban hasonló kivitelű és különböző szűrőbetétes megoldásokat sok helyen használtak tűzoltók Európában és az Egyesült Államokban is. Az 1860-as évek környékén az Egyesült Királyságban, a Londoni Tűzoltóság egyik vezető beosztású tisztje, James Braidwood alkotott egy sisakból, rugalmas tömlőből és kézipumpából álló készüléket, a hősugárzás ellen vastkos ruházat és kámzsa szolgált. A készülék valós kutatás és fejlesztés alatt állt, kísérleti vizsgálatok során ellenőrizték a működését. A rendszerbeállítás követően a korabeli híradások alapján több londoni tüzesetnél is ezen eszköz segítségével sikeresen hajtottak végre életmentést. Torbjorn Lundmark kutatása alapján ez a feltaláló alkotta meg az első hordozható kivitelű légzőkészüléket ([Lundmark, 2020](#)). Ennél a kivitelnél két gumival bélelt vászonzsákokat rögzítettek vállhevederrel a tűzoltóra, az alsóból egy tömlő érkezett az eszközt használó arcához a friss levegővel. Egy másik tömlő a kilégzett meleg levegőt juttatta vissza a hátra rögzített készülékbe, ahol ez a levegő visszahűlt, lassan lesüllyedt és összekeveredett az alsó levegőzsák frisslevegő tartalmával. Gyakorlatilag újralégzőként működött, azonban a mai modern hűtő, oxigénpótló és a káros anyagot kiszűrő képességek nélkül. A legnagyobb alkalmazási probléma ennél a megoldásnál a bevetési, esetleg kismértékben „védelminek” nevezhető időkeret volt, ami mindössze három-négy percet jelentett. Ez erősen korlátozta

a nagyobb mértékű zárttéri beavatkozásokat. Tartalék levegőzsákok kerültek biztosításra ledugózott állapotban, azonban nehézkes és aránylag jelentős időt igénylő volt a zsákok cseréje.

1863-ban szabadalmat adtak A. Lacour számára, aki „fejlesztett légzőkészüléket” készített. A rendszer tartalmazott egy gáztömör (légtömör) zsákot, mely vászonzól készült és a tűzoltó a hátán viselte, hasonlóan napjaink megoldásaihoz. Ezt a használat előtt megtöltötték levegővel (a korabeli lehetőségek alapján pumpálással), ez által 10–30 percnyi időtartamra elegendő tűzoltósági bevetést lehetett biztosítani. A tartályként szolgáló légszákból gumitömrlével érkezett a friss, nem szennyezett levegő a szájban tartott csatlakozóhoz (csutorához), hasonlóan a mai búvárkészülékekhez. Az orrot csipesszel lehetett lezárni, öszszeszární, a füstben való látást pedig szemüveg segítette, védte. Kísérleteket folytattak az eszközzel az Egyesült Államokon belül New Yorkban és Brooklynban, valamint az Amerikai Egyesült Államok haditengerészeténél (U.S. Navy), ahol az írások alapján kielégítő eredmények születtek.

Az 1870-es években az angol tűzoltóságok szűrőbetétes álarcokat (Neally's Smoke Excluding Mask, Neally füstmentes álarc) kezdtek alkalmazni. Ez a kivitel tartalmazott egy nyakban viselt, vízzel töltött zacskót, amelyhez két szivacs-szűrő csatlakozott. A zacskó megnyomásával a szűrők nedvesen tarthatók voltak.

Az európai szárazföldre visszakanyarodva, egy újabb hordozható légzőkészülék került bemutatásra a Belga Tudományos Akadémián 1853-ban. Ez az eszköz elsősorban a bányákban végzet munkákhoz lett tervezve oxigénes újralégzőként. Ezt a légzőkészülék-típust később többen, a világ több táján fejlesztették tovább. A zárt rendszerű, oxigénes újralégzőket Bernhard Drager is újratervezte 1903-ban, amely kivitel a nagyobb tűzoltóságok számos városban alkalmazták mind Európában, mind az Amerikai Egyesült Államokban.

Az első sikeres amerikai hordozható légzőkészülék Gibbs nevéhez fűződik, aki kísérleteit 1915-ben elkezdve, 1918-ban már annak gyártását kezdte meg az Edison Laboratories-nél (Orange város, New Jersey állam).

A John Hopkins Egyetem és a Kaliforniai Egyetem 1920-ban kutatást végzett a szűrőbetétes álarcok terén a szénmonoxiddal telített környezetben való használatra. Egy katalizátort (Hopcalite) hoztak létre, amely bár nem távolította vagy nyelte el a szénmonoxidot, azonban oxidálta, elégette. Ezen a módon gyakorlatilag ártalmatlanította ezt az emberi szervezetre, a beavatkozó tűzoltóra veszélyes anyagot.

Torbjorn Lundmark a tűzoltói légzésvédelem-történet ismertető írásában megemlíti – a jelen cikkben bemutatott többi szerzőn túl – számos további személyt, így a korai fejlesztésekben nagy szerepet vállaló búvárspecialista Sir Robert Henry Davist és Sir Eyre Massey Shaw tűzoltótisztet (Lundmark, 2020).

Rajtuk kívül felmerül még a jelen cikkben már említett ír fizikus, John Tyndall professzor és John Roberts bányász és amatőr feltaláló is. Franciaországban a Párizsi Tűzoltóságon (franciául: Sapeurs-Pompiers) egy felsőtestet fedő eszközt fejlesztettek, amibe fűjtató segítségével juttattak friss levegőt. Angliában szintén alkalmaztak hasonló eszközt tehénbőrből készítve, „füstkabát” (Smoke Jacket) néven.

Ezek a megoldások, hasonlóan a többi korabeli kivitelhez ugyanazzal a nagy hátránnyal rendelkeztek: a friss levegő épületből, zárt térből kintről való bejutatásának igénye további személyek által, valamint a korlátozott távolság a levegőtömlő adott hossza okán.

Egy olyan másik előremutató eszközre vetült fény már két évvel korábban, amelynek egyes képességeit és tulajdonságait a mai napig is használjuk. A Charles Anthony Deane által megalkotott zárt sisakba rugalmas tömlőn keresztül pumpáltak levegőt oly módon, hogy a kilátást biztosító üvegnél érkezzen be a levegő, így a kilégzésnél keletkező és az üveg belső felületére lecsapódó pára csökkenthetővé vált. A ma használatos modern légzőkészülékeknél ez a cél hasonló módon van megoldva.

Egy másik forrás alapján egy angol farmer 1818-ban Whitstable-ben (Egyesült Királyság) olyan sisakot viselve mentette ki a lovait az égő és füstben álló istállójából, amelybe egy hosszú tömlővel kézipumpával folyamatosan külső, friss levegőt pumpáltak (URL5). Ez a kézipumpa szolgáltatva közvetlenül előtte az oltóvizet, John Deane nevéhez kötődik a két eszköz (sisak és a tömlő kézipumpával) összeszerelése és víz helyett levegővel való működtetése.

Ian Taggart több egyéb korai légzésvédelmi megoldást is bemutat összefoglaló történeti írásában (URL13). A környezeti levegő szűrésén alapuló megoldások közül érdekes Samuel Barton, londoni feltaláló 1874-ben szabadalmaztatott eszköze. A leírása alapján az általa alkotott légzőkészülék célja: „*a légzés lehetővé tétele olyan helyeken, ahol a légkör mérgező gázokkal, gőzökkel, füsttel vagy egyéb szennyeződésekkel van telítve*” (URL13). A találmány tartalmazott egy gumból és fémből készült sisakot rögzítőhevederekkel a fej és arc védelmére, üveg kitekintő lencsákat, valamint egy gumival bevont kámzsát, kiegészítve egy szeleppel a ki- és belégzéshez. Egy fémtartály a maszk elején tartalmazta a különböző szűrőrétegeket hasonlóan más efféle megoldásokhoz (szén, mész és glicerinnel átitatott vatta). Módosított kivitelében egy, a háton viselt tartály csatlakozott az álarchoz, amin keresztül a tűzoltó be- és kilélegzett gyakorlatilag zárt újralégzőként működően, mészalapú szűrőbetétekkel a szénmonoxid eltávolítására.

Egy Merriman néven ismert denveri tűzoltó fejlesztett 1892-ben egy levegőtömlővel ellátott védőmaszkot. A megoldásban a tömlő az elefánt ormányához

hasonlóan az álarc elülső részétől csatlakozott a tűzoltótömlővel párhuzamosan futó levegőtömlőhöz. 1870-ben Berlinben Bernhard Loeb kezdett gyártásába és forgalmazásába a saját légzésvédelmi eszközének. Az által fejlesztett készülék számos helyen szabadalmaztatva is lett, működésében hasonló a kortárs eszközökhöz. A „Respirator” megnevezésű, az Egyesült Államokban beadott szabadalmából idézve: „*megtisztítja a füst, ártalmatlan gázok és gőzök által szennyezett, megrontott levegőt*”. A hátra rögzített háromkamrás fémtartályban egy szűrőrendszer lett kialakítva folyékony vegyszerekkel, faszénnel és vattával. Egy rugalmas tömlővel került összekötetésre a szájban tartott csutorával, ezen keresztül lélegzett az eszköz alkalmazója. Ugyanezen eszköz egy másik kivitelénél a tartály közvetlenül egy zárt sisakhoz került rögzítésre.

A hordozható, a környezeti levegőtől viszonylag független megoldások sorából mutatja be ugyanezen szerző (Ian Taggart) Lane pneumatikus létfenntartóját (Lane’s pneumatic Life-preserver) 1850-ből. Benjamin Lane (Egyesült Államok, Massachusetts) kapta az első ismert helyi szabadalmat sűrített levegős légzésvédelmi eszközre.

Pat McLoughlin szintén a korai eredményeket ismertette 2008 augusztus 1-jén a *Health and Safety Middle East* kiadványban (McLoughlin, 2008). Ez alapján 1879-ben egy hajómérnök, Henry Fleuss alkotott egy megemlíthető és hatékony megoldást, amely a regeneráló (zárt) légzőkészülék megalkotására irányult Killingworth Colliery (Egyesült Királyság) bányáinál a mentési tevékenységek segítésére. Írása alapján a Londoni Tűzoltóság bár már használt légzőkészülékeket 1913-tól, de ez mégis 1943-tól került általános rendszeresítésre és bevezetésre a készenléti szolgálat teljes területén. Egy internetes forrás alapján a Londoni Tűzoltóság mellett New Yorkban és Bostonban is közel egyidőben jelentek meg a légzésvédelem ilyen műszaki támogatási lehetőségei ([URL1](#)).

Rob Evans a korai tűzoltók megnevezésénél a füstevőket (smoke eaters) említi, valószínűleg a korábban is tárgyalt, a korabeli tűzoltók benedvesített szakálluknak szájban tartása miatt is ([URL9](#)). Az elsődleges légzésvédelmi és a sugárzó hő elleni arcfelületvédelmi eszközként jelentek meg a különböző fém, bádogsisakok esetleges és kezdetleges légzéscsatlakozókkal. A bányaiparból átvett, kémiai elven működő légzőkészülékek (oxigénregenerációs) alapján történt néhány kezdeti lépés a tűzoltósági használat irányába. Az MSA Safety Company által gyártott Chemox kivitel nem váltotta be hosszú távon a hozzá fűzött reményeket, mivel nem volt mérhető és ellenőrizhető a generált oxigén mennyisége és a hátralévő védelmi idő, amely mintegy negyven perc körülire tehető. Ezt követően, immár a későbbi korszakokban, a sűrített levegős megoldások kezdtek tért nyerni az olyan nyomáscsökkentővel ellátott (tüdőautomatás) egységekkel, amelyek a levegővétel során a szükséges mértékben adagolták

a levegőt. A második világháború végére, 1943-ban kezdtek megjelenni ezek a lehetőségek, és pár évvel később a komplett, tűzoltósági eszközök. A korábbi Chemox rendszereket a tűzoltóságok (jellemzően angolszász területeken) folyamatosan el is kezdték cserélni erre a modernebb és hatékonyabb kivitelre.

Európában a Draeger által (a honlapjukon található történelmi kitekintés alapján) szintén a második világháború során történt meg a modernizált légzésvédelmi eszközük bemutatása 1941-ben, majd 1953-ban ennek egy továbbfejlesztett változatát mutatták be.

Több városi tűzoltóság az Amerikai Egyesült Államokban (jellemzően a magyar önkormányzati, önkéntes tűzoltósági formához hasonlóak) rendelkezik honlapokkal, ahol a történelmi gyökereiket és múltjukat is bemutatják. A Wethersfieldi Önkéntes Tűzoltóság írásában kitér a tűzoltók korabeli megnevezésére: „*emberek vastüdőkkel és falétrákkal*” (URL6). A Carlstadti Tűzoltóság egy későbbi lépcsőt emel ki a honlapján a légzőkészülékes használat fejlődésében, miszerint itt már 1950 óta – 20 évvel annak az Egyesült Államokban való kötelezővé tétele előtt – használnak ilyen eszközt (URL8). Látható olyan amerikai tűzoltóságra is példa (Wayside), ahol 1976-ban szerezték be az első sűrített levegős légzőkészülékeiket, ezt megelőzően a második világháborúból megmaradt gázálcokat használták zárttéri tűzoltási és személymentési tevékenységeknél (URL8).

Az előzőben említett Carlstadti Tűzoltóság honlapján valószínűleg az Amerikai Egyesült Államokban használatos szabályozásra gondolnak. Erről bővebben szólva, a National Fire Protection Association (röviden és a továbbiakban: NFPA, magyarul Nemzeti Tűzvédelmi Szövetség) adja ki és tartja karban, tovább aktualizálja az amerikai tűzvédelmi szabályozókat, hasonló tartalommal és gondossággal, mint a magyarországi törvények, miniszteri rendeletek vagy szakmai belső szabályozók. 1971-ben került kiadásra az NFPA szabványa a tűzoltási tevékenység során használandó védőeszközökről (Standard on Protective Ensembles for Structural Fire Fighting and Proximity Fire Fighting), valamint a légzésvédelmi eszközökről (19B, angolul: Standard for Respiratory Protective Equipment for Firefighters).

Ezt megelőzően a második világháború végére helyezik a tűzoltók légzésvédelmi eszközzel való magasabb szintű ellátását több angolszász forrásban is. Ekkor a repülőgépek hajózó személyzete légzéstámogatásának ellátása során szerzett eredményein alapulva fejlesztette ki a Scott gyártó a saját tűzoltósági eszközét 1945-ben, tekintettel a sok helyen tapasztalható szűrőbetétes és zárt, regeneráló, újralégző megoldásokra és azok elégtelenségére. A szájhagyomány alapján a gyár fejlesztőmérnökei egy közeli tüzesetnél tapasztalták a beavatkozó tűzoltók korabeli légzésvédelmi lehetőségeit, és felismerték az ebben rejlő

fejlesztési potenciált, valamint igényt. Az eszköz bevezetése előtti közel egy-éves csapatpróba Bostonban és New Yorkban zajlott.

1976-ban újabb lépésként nagyobb nyomású rendszereket fejlesztett ki a Scott gyártó, elérve a 4500 PSI, körülbelül 300 baros értéket. Ez a ma is használatos rendszerek átlagos teljesítménye és képessége. A korábbi kivitelek 2216 PSI és 3000 PSI voltak, azaz 150 bar és 200 bar levegőnyomásra kerültek méretezésre és alkalmazásra. Maradva a palacknyomások területén, ugyanezen gyártó az elmúlt években újabb fejlesztést vezetett be a gyakorlatba.

A légzőkészülékek különböző elemei is fejlesztésre kerültek az elmúlt száz év során, így a hordozó, rögzítőelemek is. A nomex használatának köszönhetően nagyobb tűz elleni állóképesség, egyben nagyobb fizikai sérülés elleni védelem, kopásállóság került elérésre. A vágásoknak, roncsolásnak és a különböző károsító vegyi anyagoknak szintén jobban ellenáll ezen anyag, a fenti negatív hatások pedig a tűzeseti, káreseti helyszíneken jellemzően jelen vannak.

1981-es az NFPA szabványa a beavatkozó tűzoltók légzésvédelmi támogatásának minimumkövetelményeire (angolul: Standard on Open-Circuit Self-Contained Breathing Apparatus [SCBA] for Emergency Services). A légzőkészülékekre építhető vagy azokba integrálható egyéb kiegészítő eszközökre szabványszintű előírás is érkezett, 1982-től az NFPA előírja egy szabványosított személyi riasztó eszköz használatát (angolul: personal alert safety system, röviden: PASS). Ezek által riasztóhang adható vagy indul meg automatikusan, amennyiben a tűzoltó bizonyos ideig mozdulatlan vagy ha elfogy a légzőkészülék levegőmennyisége. Ezek a szabványok már kötelezően előírták a túlnyomásos, nyílt rendszerű légzőkészülékek alkalmazását, ez által elkerülve a szennyezett, veszélyes külső levegő bejutását az álarc belsejébe (URL11).

A légzőkészülékek működési elve és alapjai, a felépítésük az elmúlt évtizedek alatt nem sok tekintetben változott. Kisebb módosulások, bővítések és fejlesztések történtek azonban, amelyek a súlyterhet, a bevetési időt, az egyéb beavatkozási képességet jelentősen javítják.

Az egyik alapvető eleme a légzőkészülékeknek a sűrített levegő tárolására szolgáló tartályok, közismertebben palackok. Jelen cikk kapcsán ezek fejlődése is bemutatásra kerül.

Mark Anderson írásában az 1950-es évektől kezdődő változásokat mutatja be, különös tekintettel a kompozit kivitelekre (Anderson, 2012). Kezdetben az Egyesült Államok haditengerészete által használt Polaris rakétamotor kompozit tartályát alkalmazták erre a célra a hatvanas évek végéig. Ez a megoldás a használat és az öregedés során nagyfokú elhasználódást jelentett, azonban az előnyök (kisebb súly) mellett. Az 1960-as évek végétől a kevlar szövőanyag alkalmazása tört elő a NASA által kifejlesztett űrrepülési alapokon. A hétköznapiak

nevezhető tűzoltósági használatra a későbbiekben már a gazdaságosabb karbon-szálak (szénszálak) felhasználására történt áttérés. A kedvező súly, használhatósági szempontok miatt a kompozit palackok tűzoltósági rendszeresítési köre erősen bővült, azonban a korábbi acélpalackokhoz viszonyítottan sérülékenyebb kivitelűek lettek. A különböző állami szabályozások 15 évben maximalizálták a készenlétben tartási időt tekintettel arra, hogy az üvegszálak sérülése esetén a magas benntartandó nyomás veszélyes helyzetet idézhet elő. Ilyen szabályozás volt az Amerikai Egyesült Államokban a Szállítási Minisztérium (Department of Transportation, röviden és közismertebben: DOT) vonatkozó előírása és meghatározott korlátai. A további tanulmányokat, vonatkozó kísérleteket követően a karbonszálak alkalmazásával készített üvegszál erősítésű kompozit palackok felülvizsgálatot követően további 15 évben tarthatók készenlétben. Az ezt követő lépés volt olyan új kivitelű kompozit palackok ellőállításása, amelyek korlátlan ideig felhasználhatók, nincs lejárat idejük. Ma már Európában is több helyen gyártanak olyan kiviteket, amelyek teljesítik ezt a szintet.

A palackok elmúlt évszázados fejlődését tekintve a réz, majd acélpalackoktól eljutottunk a különböző anyagú, üvegszálás erősítésű kompozit kivitelekig, ahol már egy belső fém, alumínium palacktestre üvegszálás szövással kerül burkolás. Azonban már most is elérhető a teljesen kompozit kivitel, amely a közeljövőben várhatóan felváltja az elmúlt évtizedek formáját. Ennek köszönhetően a fém belső megszűnik, mindössze egy műanyag vázra kerülnek közvetlenül kialakításra az üvegszálak, további súlycsökkenés és korlátlan ideig szóló felhasználhatóság mellett.

A mai általánosan használt tűzoltó légzésvédelem a hordozható kivitelű, sűrített levegős rendszer elérése az előzőekben említett korai megoldásokon keresztül vezetett. A jelenlegi 300 bar nyomással rendelkező panorámaálarcos és komfortos hordkerettel és vállhevederzettel ellátott kivitelekből több gyártó, több komfortfokozatban gyárt kismértékben eltérő típusokat, amelyek különböző további kiegészítésekkel is felszerelhetők a beavatkozások biztonságának, hatékonyságának növelése céljából. Ennek a jelenlegi fejlettségi szintnek elérésére a 20. században is több lépés volt szükséges.

A lényeges és egyre markánsabb különbség a tűzoltó légzésvédelmi eszközök között a hordozható, egyénileg viselt kivitel volt. Az 1900-as évek elejétől láthatóan megindult a folyamat ezek térnyerése felé, ennek oka a technológiai fejlettség általi egyre nagyobb támogatás, a beavatkozási hatékonyság és biztonság ez által elérhető magasabb szintje volt. A más személytől és tomlótól való független mozgás viszonylag huzamosabb ideig (több mint tíz perc), valamint a külső szennyezett, ismeretlen oxigénmennyiségű, füsttel és káros gázokkal telített tértől teljesen függetleníthető tűzoltó egyértelműen biztosítható

ezeket az alapfeltételeket. Az első ilyen megoldások a már említett újralégzők, oxigénregenerálók voltak.

Ezt követően 1954-ben mutatta be a svéd Interspiro gyártó a Divator névre keresztelt légzőkészülékét, ami megalapozta a későbbi tűzoltósági változatokat. A történelmiséget folytatva 1965-től jelent meg egyre több gyártónál a 200 bar nyomású sűrített levegős rendszer, akár duplapalackos kivitelben is. 1973-tól már láthatók integrált rádiókommunikációs megoldások.

Az újabb nagyobbak tekinthető lépés 1981-től látható, amikor megjelentek az első túlnyomásos tüdőautomaták, amelyek zárt állapotból az első lélegzetvétel során automatikusan aktiválódtak. 1991-től megindultak a különböző kompozit anyagokból történő palackgyártások, 1998-tól a társ-légzőcsatlakozók (buddy-breathing) kialakítása látható, amit a vonatkozó amerikai NFPA szabvány is figyelembe vett.

Napjainkat érintően, 2013-tól már megjelennek a légzőálarcon belüli elektronikus kommunikációs lehetőségek, mint az egymás közötti rádiókapcsolat különböző megoldásokkal (digitális Tetra vagy hétköznapi rádióhullámokon), vagy a helyszíni beszéd kihangosíthatósága (Lundmark, 2020).

## Következtetések

A széles körű nemzetközi irodalom áttekintése során láthatók azok a lépések és próbálkozások, amelyek a mindenkori műszaki fejlettség szintjén a tűzoltósági légzésvédelem megoldására irányultak. A bemutatott megoldások alapján a ma használatos eszközök fejlődése láthatóvá vált és előre vetíthető a közeljövő fejlődési iránya is.

Jason Traynor a következőképpen foglalja össze a jövőbeli fejlesztési javaslatokat a tűzoltók sűrített levegős légzésvédelmi eszközeire vonatkozólag (Traynor, 2019):

- Legyenek integrálva a fejlettebb kárhelyszíni kommunikációs megoldások. Ezek magukkal vonják a hatékonyabb és biztonságosabb életmentési, tűzoltási, műszaki mentési tevékenységeket. Ide tartozóan és a technológia lehetőségei függvényében a telemetria (személyi és műszaki adatok továbbítása a vezetési pontokra) minél szélesebb körű alkalmazása is indokolt. Másik gondolatosság az egyre fejlettebb rendszerek rendszerbeállítása kapcsán, hogy a már meglévő és készenlétben álló eszközökkel való minél magasabb szintű kompatibilitás biztosíthassa az új rendszerekbe való átmenetet.
- A különböző kiegészítők, cserélhető modulok a légzésvédelmi eszközök terén biztosíthatják a hosszú távú rendszerben tarthatóságot, ez által



- a költséghatékonyt és az elavulási időszak kitolását. A régebbi eszközökkel való kompatibilitás, együtt használhatóság a mindennapi készenléti rugalmasságot, szervezhetőséget segíti elő.
- A felhasználóbarát, tehát gyakorlatilag az ergonómiai tervezés a következő fókuszterület. A legmegfelelőbb eszközök fejlesztésénél az azokat használó tűzoltók igényeivel és szükségével kell kezdeni. Az egy kivételben, egy általános méretben való gondolkodás nem tud mindig célravezető és hatékony lenni. Célszerű a jövő fejlesztéseinek minden egyes lépésébe bevonni az annak használatra tervezett állományt a tervezéstől kezdve, a különböző tesztelési és csapatpróbás folyamatokon keresztül. Érdemes figyelemmel lenni a különböző káreseti környezetekre és az akár országonként eltérő beavatkozási taktikákra, igényekre, tűzoltói feladatokra. Itt a fejlesztendő légzésvédelmi eszközök variálhatósága, bővíthetősége vagy cserélhető modulokból való felépítése tud hasznos lenni.
  - Az elsődleges célnak a sok-sok egyéb vonatkozó alapkövetelmény mellett a könnyű, egyszerű használatnak kell lennie. Ez növeli a védőeszközt használó bizalmát is azzal szemben. Az egyszerű használat mellett az egyszerű karbantartási, tisztítási követelmények kialakítása is fontos szempont, gondolva nemcsak a kárhelyszíni, hanem a készenlét visszaállítását vagy a rendszeres karbantartási feladatokat célzó lépésekre.



## Felhasznált irodalom

---

- Anderson, M. (2012). *A Review of Composite SCBA Cylinders and DOT Life Extension*, Digital Wave Corporation. [http://media.wix.com/ugd/d00b78\\_72625b919876457fb9191418c1259c6b.pdf](http://media.wix.com/ugd/d00b78_72625b919876457fb9191418c1259c6b.pdf)
- Berki I. (2018). „Az ötlet” – Kőszeghi-Mártony Károly találmánya – a sűrített levegős légzőkészülék. *Védelem Tudomány*, 3(4), 200–224.
- Lukácsi L. (2014). *Az izolációs légzőkészülékek katonai alkalmazásának lehetőségei*. TDK dolgozat. Óbudai Egyetem.
- Lundmark, T. (2020). Bring your own air: a brief history of breathing apparatus, *Asia Pacific FIRE*, (74), Social Report. <https://apfmag.mdmpublishing.com/bring-your-own-air-a-brief-history-of-breathing-apparatus/>
- McLoughlin, P. (2008). *Breathing Apparatus, Health and Safety Middle East 01st Aug 2008*. <https://www.hsmemagazine.com/article/breathing-apparatus/>

- Spelce, D., Rehak, T. R., Metzler, R. W. & Johnson, J. S. (2017). Pre-World War I Firefighter Respirators and the U.S. Bureau of Mines Involvement in WWI. *J Int Soc Respir Prot.* 34(2), 128–135.
- Szücs T. (2007). *A beavatkozó állomány személyi védelme*. AnZDoc. <https://adoc.pub/e-harmastagozodas-egyarant-fontos-elemei-kzl-a-megfelel-ved.html>
- Traynor, J. (2019). The evolution of SCBA, *International FIRE*, 63(11), 58–60. <https://iffmag.mdmpublishing.com/the-evolution-of-scba/>
- Varga F. (2020). A budapesti hivatásos tűzoltóság története 1870–2020. *Belügyi Szemle*, 68(8), 31–50. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2020.8.2>
- Zemplén I. (2008). Légzőkészülékek használatának munkavédelmi szabályai. *Védelem online*. <http://www.vedelem.hu/letoltes/anyagok/142-legzokeszulekek-hasznalatanak-munkavedelmi-szabalyai.pdf>

## A cikkben található online hivatkozások

---

- URL1: *Self-contained breathing apparatuses and supplied air respirators with an escape self-contained breathing apparatus*. <https://insights.globalspec.com/article/12423/scba-101-self-contained-breathing-apparatuses-and-supplied-air-respirators-with-an-escape-self-contained-breathing-apparatus>
- URL2: *Breathing apparatus. London Fire Brigade*. <https://www.london-fire.gov.uk/museum/history-and-stories/a-brief-history-of-our-breathing-apparatus/>
- URL3: *100 Years of Respiratory Protection History. The National Personal Protective Technology Laboratory*. <https://www.cdc.gov/niosh/npptl/Respiratory-Protection-history.html>
- URL4: *Where there is smoke, there's fire... Museum of Fire Heritage Team*. <https://www.museumoffire.net/single-post/where-there-is-smoke-there-s-fire>
- URL5: *Self contained breathing apparatus. Sure Safety*. <https://suresafety.com/blog-fire-breathing-apparatus>
- URL6: *A History of the Wethersfield Fire Department. Wethersfield Volunteer Fire Department*. <https://www.wvfd.org/department-history>
- URL7: *History. Carlstadt Fire Department*. <http://carlstadtdfd.org/history.html>
- URL8: *Wayside Volunteer Fire Department History*. <https://www.waysidefiredept.org/wvfd-history/>
- URL9: *50 years of SCBA: Innovations to breathing apparatus most significant development in fire service. FIREfighting in Canada*. <https://www.firefightingincanada.com/50-years-of-scba-ffic-1235/>
- URL10: *When was breathing apparatus invented? SidMartinBio*. <https://www.sidmartinbio.org/when-was-breathing-apparatus-invented/>
- URL11: *The History of Firefighter Personal Protective Equipment*. <https://www.fireengineering.com/fire-prevention-protection/the-history-of-firefighter-personal-protective-equipment/#gref>

URL12: *SCBA History. The Development of Breathing Apparatus.* [http://lishfd.org/History/scba\\_history.htm](http://lishfd.org/History/scba_history.htm)

URL13: *The invention of the gas mask.* <https://web.archive.org/web/20130502145330/http://www33.brinkster.com/iiii/gasmask/page.html>

### **A cikk APA szabály szerinti hivatkozása**

---

Pántya P. (2023). A tűzoltósági, katasztrófavédelmi légzésvédelem története, jelene és jövőbeli lehetőségei. *Belügyi Szemle*, 71(3), 493–511. <https://doi.org/10.38146/BSZ.2023.3.8>