

Élettartam indikátoros szerves gáz- és gőzsűrűk

Rádóczki Zoltán

3M Hungária Kft. 1117 Budapest, Neumann János u. 1/E.

Absztrakt. Az egyik leggyakrabban felmerülő kérdés a légzésvédőt használók körében, hogy mikor cseréljék ki a szűrőbetéteket, hiszen várható élettartamukat több dolog is befolyásolja. Egy olyan megoldást sikerült kidolgozni, mellyel lezárhatjuk a bizonytalanság korszakát. A 3M megoldásként kifejlesztette az Élettartam Indikátorral ellátott szerves gáz- és gőzsűrűket. Ez az új termék egy egyszerű, jól látható élettartam végét jelző indikátorral (ESLI – end of service life indicator) van ellátva, melynek segítségével választ kaphatunk erre a gyakori kérdésre. Az indikátor a szűrőbetét ház falához van rögzítve, közvetlenül az aktív szén réteghez kapcsolódva. Ahogyan a szerves gőzöket felszívja a szén, úgy szívódnak fel az élettartam indikátorban is. Amint ez megtörténik, az indikátor színe megváltozik, látható jelet adva a szerves gőz szénrétegen való keresztülhaladásáról. Amikor ez a jelzősáv eléri az élettartam végét jelző vonalat, akkor kell kicserélni a szűrőbetéteket.

Abstract. Organic Gas & Vapour Service Life Indicator Filters incorporate a revolutionary end of service life indicator (ESLI) technology to help answer the question that every respirator user must answer - when should I change my filters? Rather than implement a common change out schedule across all workers, the indicator allows filters used in appropriate environments to be changed based on individual work hours, exposure levels, breathing patterns and environmental conditions. ESLI is adhered to inside wall of filter, next to carbon layer. Filter body is clear so light may enter and exit ESLI and produce visible indicator bar. As organic vapours move through the filter, they also enter and adsorb into the ESLI. Visibility of the indicator bar will depend on the specific organic vapour and the exposure concentration. Filter must be replaced when any part of indicator bar reaches the end of service line.

Kulcsszavak: légzésvédő; szűrőbetét; szerves gáz- és gőz; élettartam; ESLI; indikátor

1 Bevezetés

Az egyik leggyakrabban felmerülő kérdés a szűrési elven működő légzésvédőt használók körében, hogy mikor cseréljék ki a szűrőbetéteket. A szűrők kapacitása ugyan állandó, de a várható élettartamukat számos tényező befolyásolhatja. Ilyen többek között a:

- légzésszám;
- vitálkapacitás (teljes belégzés, majd teljes kilégzés után a kilélegzett levegő mennyisége);

- légtér szennyezettsége (koncentráció);
- hőmérséklet, relatív páratartalom (minél magasabbak, annál inkább csökken a használati idő);
- szennyezőanyag fajtája.

Éppen ezért a gyártók többsége azt javasolja, hogy cserélni akkor kell a szűrőket, ha:

- nehéz a lélegzetvétel (részecskeszűrők esetén)
- érződnek a szagok, ízek (gőz/gáz szűrők esetén)
- megadott időtartam után (pl. AX típusú szűrők esetén max. 60 perc).^[1]

Az effektív élettartam addig tart, amíg a gázok ki nem lépnek a szűrőből. Ellentétben a részecskeszűrőkkel, egy szerves gőzsűrő élettartamának végét nem a légzési ellenállás megnövekedésével érzékeljük, hanem az áttörés bekövetkezésével, amikor a felhasználó már ki van téve a veszélynek. Általánosságban tehát a munkavállalók a szagra, ízre vagy irritációra támaszkodhatnak az élettartam végének kimutatására. Néhány szennyezőanyagok viszont csekély figyelmeztető tulajdonsága van, az emberek szaglása is nagyon változó, illetve az olyan munkavállalók, akik huzamosabb ideig ki vannak téve egy bizonyos vegyi anyagnak, egy idő után kevésbé fogják észlelni azt.

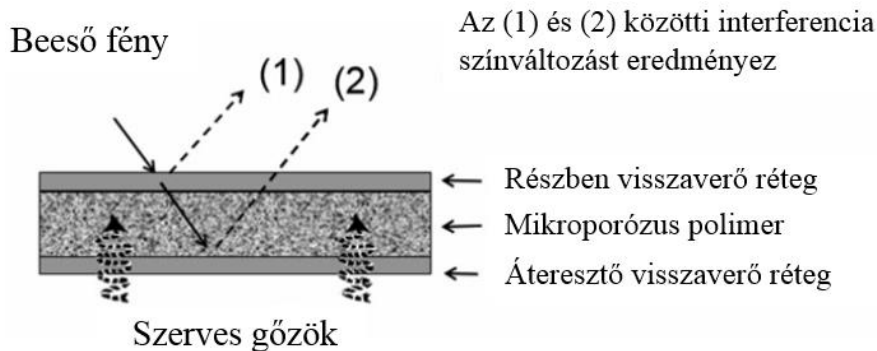
A munkavédelmi szakemberek ilyen bizonytalanságok mellett is biztosak akarnak lenni az érintett munkavállalók védelmében. Ezért az USA-ban az OSHA egy szűrő csere-ütemterv felállítását, vagy egy ún. ESLI (end of service life indicator - élettartam végét jelző indikátor) használatát javasolja a szűrők csereidejének meghatározására.^[2] A 3M-nek, és számos más gyártónak is létezik szoftvere a szűrőélettartam becslésére a környezeti jellemzők bevitelére alapozva, de ezek egyénekenként, speciális helyzetekben vagy a szennyezőanyagok váratlan expozíciós szintjének megnövekedése esetén nem megbízhatóak.

2 Az élettartam indikátor technológia

Válaszul ezekre a piaci igényekre sikerült kidolgozni egy olyan terméket, mellyel lezárhatjuk a bizonytalanság korszakát. A 3M megoldásként kifejlesztette az élettartam indikátorral ellátott szerves gáz- és gőzsűrőket. Ez az új szűrőbetét egy egyszerű, jól látható élettartam végét jelző indikátorral (ESLI) van ellátva, melynek segítségével választ kaphatunk erre a gyakori kérdésre. Ezen technológia segítségével a felhasználó a megfelelő munkakörnyezetekben könnyebben megállapíthatja a szerves gőz- és gázsűrők szükséges cseréjének idejét.

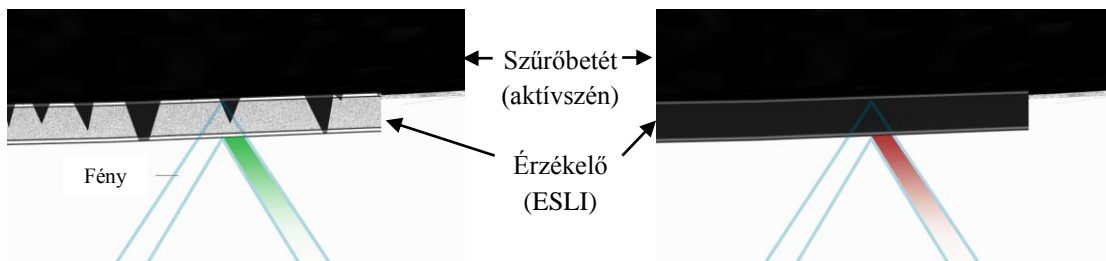
2.1 Az ESLI működése

Ez az optikai érzékelő a szűrőház falának belsejébe van rögzítve, közvetlenül az aktív szén réteg mellett, mely a gőz, gáz molekulák elnyeléséért felelős. A szűrőház fala átlátszó, emiatt a fény könnyen behatol az ESLI-be, a visszavert fény így jól látható a felhasználó által. Az érzékelő egy olyan mikroporózus polimerből áll, mely adszorbeálja a szerves gőzöket, hasonló módon az aktív szén réteghez. Ez a mikroporózus réteg egy részben fényvisszaverő és egy áteresztő fényvisszaverő réteg között helyezkedik el. A beeső fény belép az érzékelő tetején. A részben tükröző réteg visszaveri a fény egy bizonyos hányadát (1), miközben lehetővé teszi, hogy a maradék fény (2) áthaladjon a porózus membránon. Onnan visszaverődik az érzékelő hátsó felületéről, ismét keresztülhalad a porózus membránon, és kilép a részben visszaverő rétegen az érzékelő tetején. A két különböző hullámhosszú, (1) és (2) fény kombinációja interferenciát okoz, mely színváltozást eredményez. **(1. ábra)**^[3]



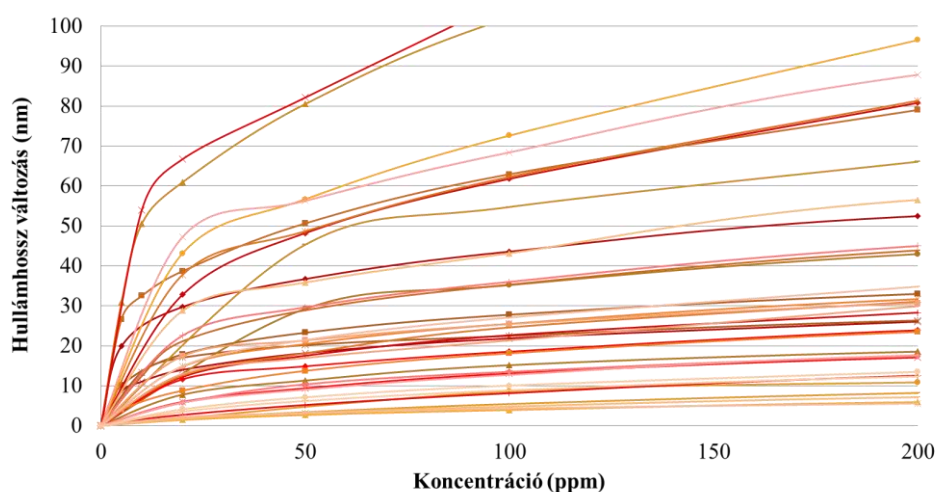
1. ábra Az ESLI felépítése

Az érzékelőben adszorbeált szerves gőz, gáz molekulák megváltoztatják ezt a fénytörési tulajdonságot, hullámhossz váltást, azaz színeltolódást eredményezve a háttérhez képest (zöldről pirosra vagy pirosról zöldre a betekintési szögtől függően). **(2. ábra)**^[4] Annak érdekében, hogy a háttér változatlan maradjon, az érzékelő egy része kitakarásra került, létrehozva ezzel egy keskeny jelzősávot.



2. ábra Színeltolódás

A hullámhossz váltás a jelzősáv és a háttér között nanométerben van mérve. Ahogy egyre több gőz adszorbeálódik a membránban, úgy változik a szín egyre nagyobb mértékben. Azonban a gőzök azon koncentrációja, mely észrevehető színváltozást okoz (MIL – Minimum Indication Level, minimális jelzési szint), különbözik minden egyes szerves gőz esetén. Egy belső 3M-es tanulmány korábban megállapította, hogy a kísérleti alanyok 99%-a a 10 nm-es hullámhossz változást az ESLI-ben már gyenge megvilágítás mellett is képes volt érzékelni.^[5] Az egyes vegyületek MIL értékeinek megállapításához, különböző szerves gőzöket adszorbeáltunk az érzékelő anyagában különböző koncentráció értékek mellett, és mértük a hullámhossz változást. **(3. ábra)**^[6]



3. ábra Az ESLI reakciója a különböző szerves gőzökre

2.2 Minimális jelzési szint

Egy biztonsági tényező figyelembevételével került végül meghatározásra az a koncentráció érték (ppm), ami 15 nm-es hullámhossz változást eredményez az ESLI-ben, azaz a minimális jelzési szint (MIL). Amennyiben tehát a szerves gőz expozíciós koncentrációja magasabb a MIL értéknél, úgy egy jól látható jelzősáv alakul ki az érzékelőben. **(4. ábra)**^[7] Az indikátor jelzősáv megjelenése függ a szerves gőz fajtájától és annak expozíciós koncentrációjától. Ha a koncentráció a MIL értéke alatt van, a jelzősáv nem fog megjelenni.^[8]



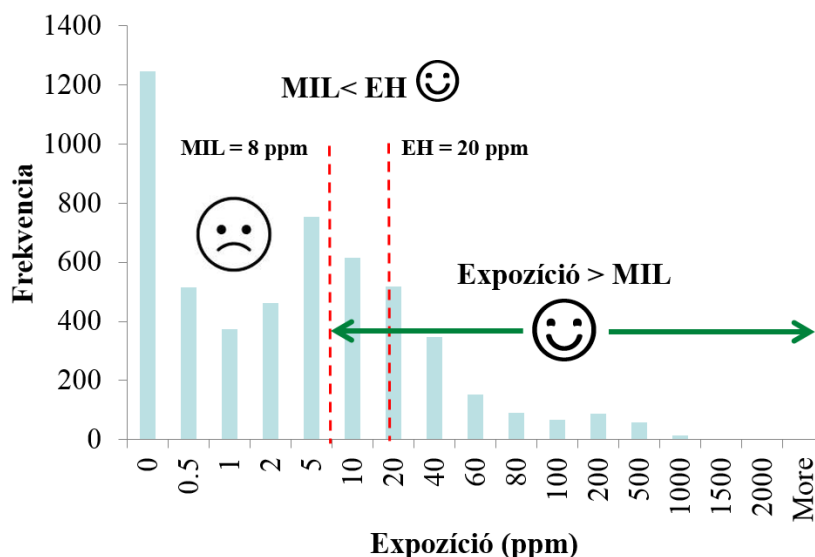
4. ábra A jelzősáv kialakulása

Különböző laboratóriumi vizsgálatok kimutatták, hogy keverékek szerves gőzeit az ESLI együttesen szívja fel, növelve ezzel is a jelzősáv színváltozásának esélyét. Továbbá azt is sikerült bebizonyítani, hogy az ESLI működését nem befolyásolja a munkahelyre jellemző relatív páratartalom vagy hőmérséklet, viszont jól jelzi, hogyan hatnak ezek a tényezők a szűrő élettartamára. Az élettartam végét jelző vonal egy olyan magasságban került elhelyezésre a jelzősávon, amelynél még a szűrőbetét élettartamának minimum 10%-a rendelkezésre áll, figyelembe véve a különböző vizsgálati körülményeket és a gyártásból adódó változékonyságokat.^[9]

2.3 Az ESLI használata

Ez a szűrőélettartam indikátor vagy a már meglévő szűrő csere-ütemterv kiegészítésére, vagy bizonyos esetekben akár a szűrőcsere megállapításának elsődleges eszközként is használható. A szűrők cseréje történhet tehát a már meglévő csere-ütemterv, vagy az ESLI jelzése alapján, amelyik előbb bekövetkezik. Ha az indikátor jelzősávja egy hónapon belül sem jelenik meg, az ESLI nem használható elsődleges módszerként a szűrőcsere meghatározásához. Ahhoz, hogy a szűrőélettartam indikátor elsődleges eszközként alkalmazható legyen, az alábbi feltételeknek kell teljesülnie:

- a munkavállalók expozíciós szintje \geq MIL érték, ÉS
- a foglalkozási expozíciós határérték (EH) \geq MIL érték (5. ábra)^[10]



5. ábra A MIL magyarázata

Annak érdekében, hogy ez a szűrőélettartam indikátor elsődleges eljárásaként alkalmazható legyen, előzetesen expozíciómérést kell elvégezni a munkakörnyezetben a

szerves gőzök expozíciós szintjének meghatározására. Ezt követően a mérési eredmények rögzíthetők a 3M™ Select and Service Software-ben (3M.eu/SLS) melynek segítségével, megállapítható, hogy az ESLI alkalmazható-e elsődleges eljárásként, vagy csak a meglévő szűrő csere-ütemterv kiegészítéseként.

3 Összefoglalás

Összefoglalva tehát, az élettartam indikátorral ellátott szerves gőz- és gázsűrő betétek használata során az alábbi esetekben van szükség azok cseréjére:

- az érzékelőt valami eltakarja vagy már nehezen látható, vagy
- a szűrő fizikailag sérült, vagy
- szag, íz érzékelése vagy irritáció esetén, valamint
- az indikátor jelzősáv bármelyik része eléri az élettartam végét jelző vonalat.^[11]

Ennek a forradalmian új terméknek a használatával leegyszerűsíthető és biztonságosabbá tehető a szűrők szükséges cseréjének megállapítása, ezáltal a szűrőhasználat is jól optimalizálhatóvá válik. Mindezek magabiztosságot adnak a légzésvédőt használó munkavállalók és a használatot előíró munkavédelmi szakemberek számára.

Irodalomjegyzék:

- [1] 3M™ 6051i és 6055i sorozatú szerves gáz és gőzsűrők technikai prezentáció, 2. dia
- [2] US Occupational Safety and Health Administration (OSHA): “Respiratory Protection,” US Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Code of Federal Regulations Title 29, Part 1910.134 (2014).
- [3] Journal of Occupational and Environmental Hygiene – Evaluation of a passive optical based end of service life indicator (ESLI) for organic vapor respirator cartridges – Melissa Checky, Kevin Frankel, Denise Goddard, Erik Johnson, J. Christopher Thomas, Maria Zelinsky & Cassidy Javner (Published online: 08. Jan. 2016.) page 112-113.
- [4] <https://www.youtube.com/3MMagyarország>: Bemutatjuk a 3M™ Szerves Gáz és Gőz Élettartam Indikátorral ellátott 6000i sorozatú szűrőket
- [5] Journal of Occupational and Environmental Hygiene – Evaluation of a passive optical based end of service life indicator (ESLI) for organic vapor respirator cartridges – Melissa Checky, Kevin Frankel, Denise Goddard, Erik Johnson, J. Christopher Thomas, Maria Zelinsky & Cassidy Javner (Published online: 08. Jan. 2016.) page 113.
- [6] Organic Vapor Filter with End of Service Life Indicator (ESLI) for Certain Organic Vapors PowerPoint presentation – Erik Johnson, slide 4.
- [7] Organic Vapor Filter with End of Service Life Indicator (ESLI) for Certain Organic Vapors PowerPoint presentation – Erik Johnson, slide 8.

- [8] Organic Vapor Filter with End of Service Life Indicator (ESLI) for Certain Organic Vapors PowerPoint presentation – Erik Johnson, slide 5.
- [9] Journal of Occupational and Environmental Hygiene – Evaluation of a passive optical based end of service life indicator (ESLI) for organic vapor respirator cartridges – Melissa Checky, Kevin Frankel, Denise Goddard, Erik Johnson, J. Christopher Thomas, Maria Zelinsky & Cassidy Javner (Published online: 08. Jan. 2016.) page 113-119.
- [10] Organic Vapor Filter with End of Service Life Indicator (ESLI) for Certain Organic Vapors PowerPoint presentation – Erik Johnson, slide 11-12.
- [11] 3M™ 6051i és 6055i sorozatú szerves gáz és gőzsűrők technikai adatlap, 3. oldal