

ONLINE ROBBANÁSVÉDELMI SZEMINÁRIUM PROGRAM 2025

4. előadás

Elsődleges védelmi intézkedések szerepe a robbanásvédelemben

**Helyettesítés és szabályozás –
A robbanóképes közeg kialakulásának
megakadályozása (természetes és
mesterséges szellőztetés, inertizálás, stb.)**

Tugyi Levente
2025. év április hónap 29. napja



TARTALOMJEGYZÉK

JOGSZABÁLYI KÖVETELMÉNYEK (MEGELŐZŐ INTÉZKEDÉSEK)	3
MSZ EN 1127-1:2019 SZERINTI LEHETŐSÉGEK (MÁS SZABVÁNYOKKAL ÖSSZHANGBAN)	5
GÁZOK, GŐZÖK ÉS KÖDÖK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS	10
POROK ÉS SZÁLAS ANYAGOK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS	15
NEM ÉGHETŐ, KÖZÖMBÖS VÉDŐGÁZOK AKLALMAZÁSA (INERTIZÁLÁS)	17
ÖSSZEFOGLALÁS	23

JOGSZABÁLYI KÖVETELMÉNYEK (MEGELŐZŐ INTÉZKEDÉSEK)

54/2014. (XII. 5.) BM rendelet XI. Fejezet – Robbanás elleni védelem

99. § (4) A robbanás elleni védelem biztosítása céljából

a) a fokozottan tűz- vagy **robbanásveszélyes anyag jelenlétét térben és időben korlátozni kell,**

b) a lehetséges gyújtóforrások kizárásáról, korlátozásáról gondoskodni kell,

c) a robbanásveszélyes térben az esetlegesen bekövetkező robbanás káros hatásait korlátozni kell.

Megelőző, mint elsődleges védelmi intézkedés: A veszélyes **robbanóképes közegek kialakulásának elkerülése** vagy **csökkentése**. Ez a cél lényegében úgy érhető el, hogy vagy az **éghető/gyúlékony anyag koncentrációját** változtatják meg úgy, hogy az **robbanási tartományon kívül legyen,** vagy az **oxigénkoncentrációt csökkentik az oxigén-határkoncentráció (OHK) alatti értékre¹.**

3/2003. (III. 11.) FMM-ESzCsM együttes rendelet

2. § (1) A munkáltató alapvető kötelezettsége, hogy az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés céljából műszaki, illetve szervezési intézkedésekkel **a robbanóképes légtér kialakulását megelőzze,** ha erre nincs lehetőség, akkor *a robbanást elhárítsa,* illetve az esetleges *robbanás hatásait csökkentse.*



¹⁾ MSZ EN 1127-1:2019 Robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem szabvány 6.1. fejezet a)

JOGSZABÁLYI KÖVETELMÉNYEK (MEGELŐZŐ INTÉZKEDÉSEK)

Az éghető anyagok által előidézett robbanási kockázat csökkentésére való megelőző elsődleges védelmi intézkedések a következőket lehet alkalmazni¹⁾:

1) Helyettesítés

- a) egy éghető anyag nem éghetővel vagy egy kevésbé éghetővel való felváltása

2) Szabályozás

- a) az éghető anyag mennyiségének csökkentése;
- b) a kibocsátás elkerülése vagy minimalizálása;**
- c) a kibocsátás szabályozása;
- d) a robbanóképes közeg kialakulásának megakadályozása;**
- e) a kibocsátott anyag összegyűjtése és tárolása;

Az **MSZ EN 1127-1:2019 Robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem** szabványban foglalt elvek alkalmazását követően a **fennmaradó robbanásveszélyes** térségeket zónákba kell besorolni a robbanóképes közeg jelenlétének valószínűsége alapján, tehát térségbesorolás eljárás részét képezi.



¹⁾ MSZ EN 1127-1:2019 Robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem szabvány 6.2. fejezet

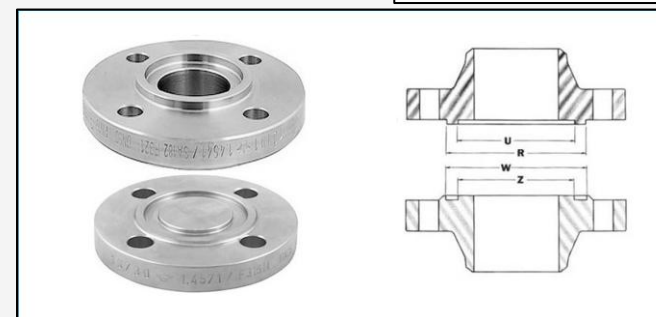
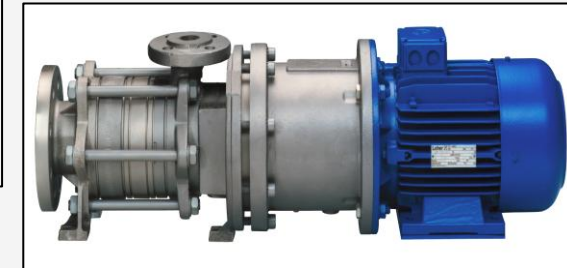
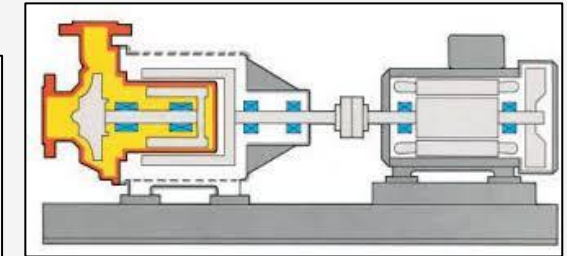
MSZ EN 1127-1:2019 SZERINTI LEHETŐSÉGEK (MÁS SZABVÁNYOKKAL ÖSSZHANGBAN)

Fokozott tömítésű gyártmányok esetén nem várható szivárgás, és **nem várható, hogy robbanóképes közeg** alakul ki a környezetben.

Normál tömítés esetén robbanásveszélyes térség fennállhat, **Fokozott tömítés** esetében robbanásveszélyes térség meghatározása nem indokolt.

1) A kibocsátás elkerülése vagy minimalizálása:

a) MSZ EN 1127-1:2019 **B.** melléklet – A gyártmányok tömítettsége **B2.** pontja **Normál tömítés** és **B3.** pontja **Fokozott tömítés**;



MSZ EN 1127-1:2019 SZERINTI LEHETŐSÉGEK (MÁS SZABVÁNYOKKAL ÖSSZHANGBAN)



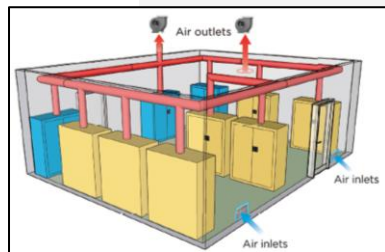
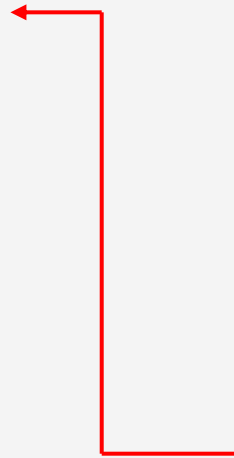
MSZ 15633-2:1992 4.1. fejezete szerint **Zóna-2 robbanásveszélyes térség**, illetve helyiségben töltés során akár **Zóna-1 robbanásveszélyes térség** meghatározása is indokolt a szabvány alapján.

MSZ 15633-1:1992 1.2.6. fejezete szerint **A robbanásveszélyt csökkenteni lehet** műszaki intézkedésekkel, mint **például mesterséges szellőzéssel**.

2) A robbanóképes közeg kialakulásának megakadályozása:

a) **Hígítás szellőzéssel** (MSZ EN 1127-1:2019 6.2.2.3.)

- **MSZ EN IEC 60079-10-1:2021** Térségbesorolás. Robbanóképes gázkezegek
- **MSZ EN 16985:2019** Szórófülkék szerves bevonóanyagokhoz. Biztonsági követelmények
- **MSZ 1600-16:1992** Létesítési biztonsági szabályzat 1000 V-nál nem nagyobb feszültségű erősáramú villamos berendezések számára Helyhez kötött akkumulátorok telepítése, akkumulátorhelyiségek és -töltőállomások létesítése; **MSZ EN IEC 62485-2:2018** Akkumulátorok és akkumulátortelepek biztonsági előírásai. Helyhez kötött akkumulátorok és **MSZ EN IEC 62485-3:2018** Akkumulátorok és akkumulátortelepek biztonsági előírásai. Vontatási akkumulátorok
- **MSZ 15633-2:1992** Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai. Tárolási módok és eszközök



2.3.5. A tárolótér jól szellőztetett és megvilágított legyen. **Az épületen belül tárolótér szellőztetése óránként legalább ötszörös légcserét eredményezzen és padozat közelében is hatékony legyen.**

¹Kép <https://blog.storemasta.com.au/does-my-chemical-storage-cabinet-need-mechanical-ventilation>

²Kép <https://healthcare-au.ecolab.com/2023/03/15/storing-your-chemistry-safely-in-your-laboratory-part-2/>

MSZ EN 1127-1:2019 SZERINTI LEHETŐSÉGEK (MÁS SZABVÁNYOKKAL ÖSSZHANGBAN)

MSZ 6292:2009 szabványban foglaltak szerint **Veszélyességi övezet** zárt térben vagy szabadtéren tárolt **gázpalackok körüli** védőtartomány, ahol gázszivárgás **következtében tűz- és robbanásveszélyes.**

MSZ EN 1127-1:1019 B3. Fokozott tömítés fejezete szerint **megfelelően tárolt és kezelt gázpalackok zárt szeleppel, a csatlakozónyíláson fedéllel és szelepvédővel ellátva.**

2) A robbanóképes közeg kialakulásának megakadályozása:

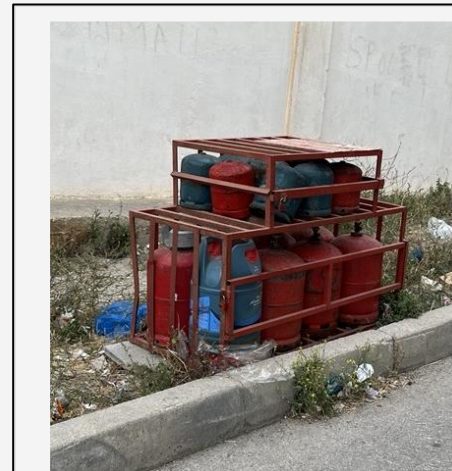
a) **Hígítás szellőzéssel** (MSZ EN 1127-1:2019 6.2.2.3.) / **A kibocsátás elkerülése vagy minimalizálása**

- **MSZ 6292:2009** Gázpalackok szállítása, tárolása és kezelése

4.2.3. *A tárolók folyamatos szellőzését biztosítani kell. A mesterséges szellőzést a vonatkozó környezet- és tűzvédelmi előírások értelemszerű alkalmazásával kell kialakítani. A természetes szellőzés elegendő, ha a tároló közvetlenül a szabadba vezető a tároló alapterületének legalább 1%-át kitevő összkeresztmetszetű szellőzőnyílásokkal van kialakítva. A szellőzőnyílások elhelyezésekor figyelembe kell venni a gázok relatív sűrűségét.*



Fokozott tömített kialakítás az MSZ EN 1127-1:2019 B3.



Biztonsági övezet – robbanásveszélyes térség megállapítása szükséges.

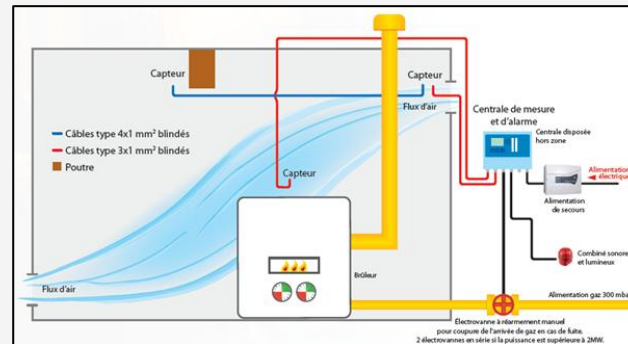
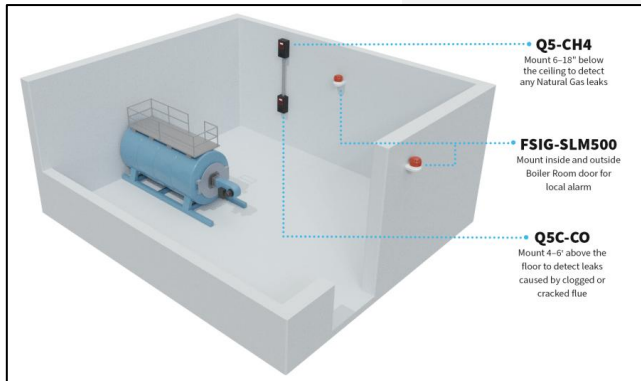
MSZ EN 1127-1:2019 SZERINTI LEHETŐSÉGEK (MÁS SZABVÁNYOKKAL ÖSSZHANGBAN)

A 3/2020. (I.13.) ITM rendelet 26.8. egyik műszaki intézkedésnek a nem teljesülése esetén, **robbanás elleni védelem nem biztosított.**

- 2) A robbanóképes közeg kialakulásának megakadályozása:
a) **Hígítás szellőzéssel** (MSZ EN 1127-1:2019 6.2.2.3.)

+ **3/2020. (I. 13.) ITM rendelet 2020.03.14.-2023.10.27. hatályos verziója** 26.8.3. A gázkoncentráció érzékelő és beavatkozó készülék által indított **vészszellőzés óránként legalább tízszeres befúvásos légcserét biztosítson**, és az általa indított vészszellőző berendezésnek szerkezetileg és működés szempontjából függetlennek kell lennie a helyiség szellőző rendszerétől (azt követő verziókban már nem szerepel).

- **MSZ EN 60079-10-2:2015** Térségek osztályozása. Robbanóképes poros közegek
- **MSZ EN 16985:2019** Szórófülkék szerves bevonóanyagokhoz. Biztonsági követelmények



¹)Kép <https://www.workaci.com/resources/blog/boiler-room-gas-detection>

²) Kép <https://www.be-atex.com/en/news/recommendations/application-note-gas-detection-boiler-rooms>

³) Kép <https://www.boilerlicense.com/can-your-boiler-breathe/>

MSZ EN 1127-1:2019 SZERINTI LEHETŐSÉGEK (MÁS SZABVÁNYOKKAL ÖSSZHANGBAN)

A szénhidrogének esetében szokás biztonsági tényező figyelembe venni, ezért gyakran 5-6 tf.% maximális oxigéntartalmat határoznak meg. A **szén-dioxidról** ismert, hogy néha az égés során oxigénforrássá válik. Ezért a **szén-dioxid való inertizáláskor óvatosan** kell eljárni. **NFPA 69** (Explosion Prevention Systems) Robbanásmegelőző rendszerek **további információ/segítségét** nyújthat.



2) A robbanóképes közeg kialakulásának megakadályozása:

b) Inertizálás (MSZ EN 1127-1:2019 6.2.1.3.)

- **MSZ CEN/TR 15281:2023** Potenciálisan robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem. Útmutató a robbanások megelőzését szolgáló inertizáláshoz
- **MSZ 15633-1:1992** Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, - berendezéseinek tűzvédelmi előírásai. Általános követelmények
- **MSZ CLC/TR 60079-32-1:2019** Robbanóképes közegek. Elektrosztatikai veszélyek. Vizsgálatok

8.4. fejezete - *Ha a rendszer gyúlékony közeget tartalmaz, ez gyúlékony kisülésekhez vezethet, mielőtt elegendő inert anyagot adnának hozzá, hogy a légkör ne legyen többé robbanásveszélyes. ...gyúlékony gázok/gőzök vagy porszuszpenziókat tartalmazó berendezések inertizálása során kerülje a részecskék befecskendezését. Javasolt közegek: **tiszta száraz nitrogén; nedves gőz nem használható**, amennyiben tartalmaz gyúlékony keveréket; **a száraz gőz elfogadható, feltéve, hogy az összes kondenzált vizet eltávolítják** inertizálás előtt. ... inertizálás alkalmával célszerű azt **lassan, nagy nyíláson keresztül bevezetni.***

9.5. fejezete - ... **IIC** gázalcsoport robbanásveszélyes zónáiban inertizálás szükséges.

C.4. fejezete - ...OHK metán: 10 tf.%, etilén: 8 tf.%, hidrogén: 3 tf.%

+ **NFPA 69:2024** Standard on Explosion Prevention Systems
+ **API STD 2000** Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks (7th, March 2014)

GÁZOK, GŐZÖK ÉS KÖDÖK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS

MSZ EN 14986:2024
Potenciálisan robbanóképes
közegekben működő
ventilátorok kialakítása szerint
IIC gázalcsoportú ventilátor
nem gyártható.

MSZ EN IEC 60079-10-1:2021 Téréségbesorolás. Robbanóképes gázközegek

A szabvány **7.2.3.1 pontja** szerint a mesterséges szellőztetés alkalmazásával **néha elérhető**

- a zónák típusának és/vagy kiterjedésének csökkentése;
- a robbanásveszélyes légkör fennmaradási idejének lerövidítése;
- a robbanásveszélyes gázlégkör kialakulásának megakadályozása.

Az elszívórendszer belsejének és közvetlenül az elszívórendszer kivezetési pontján és az elszívórendszer egyéb nyílásain kívül eső területek robbanásveszélyes térségeinek értékelése szükséges (7.2.3.2)



GÁZOK, GŐZÖK ÉS KÖDÖK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS

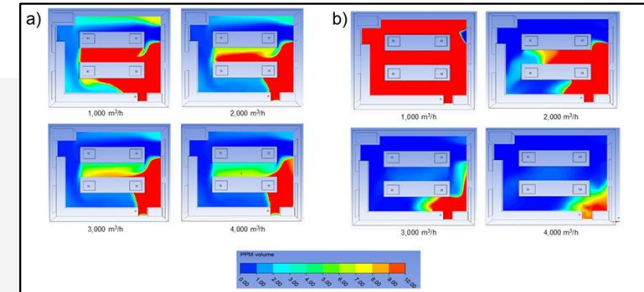


Figure 6: The comparison of the benzene distribution in two cases (a) single - inlet and (b) multi - inlets at the plane $Y = 0.2$ m

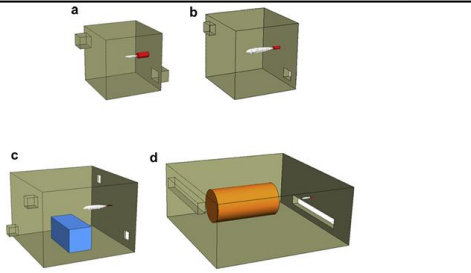


Fig. 4. Some of the volumes studied (not to scale), denoted "Very small" (1 m³), "Small" (8 m³), "Medium" (44.7 m³), and "Large" (400 m³), showing obstacles, and the V_i predicted by CFD from some of the jets considered. In each case air enters through openings on the right and leaves on the left.

C.3.6. Hígítás egy helyiségben

A hígításhoz rendelkezésre álló térfogatnak nagyoknak kell lennie a kibocsátás várható térfogatához képest. A nulla háttérkoncentráció csak kültéren vagy olyan területeken vehető figyelembe, ahol a helyi elszívó szellőztetés szabályozza a gyúlékony anyag mozgását a kibocsátási forrás közelében. Elhanyagolható háttérkoncentráció, amelyet $X_b \ll X_{crit}$ -ként írják le, figyelembe vehető erősen szellőző helyiségekben vagy zárt térben. A háttérkoncentráció az éghető anyag **átlagos koncentrációja** a vizsgált térfogatban (helyiségben vagy épületben) **egy olyan időszak után, amely alatt a kibocsátás és a szellőzés által kiváltott légáramlás között állandósult állapot alakult ki.**

A hígulás mértékét akkor kell alacsonynak tekinteni, ha a háttérkoncentráció meghaladja az **alsó robbanási/égési határ 25 %-át**, vagy ha a **C.1. ábra alapján végzett értékelés** azt jelzi. Tehát **amennyiben alacsony háttérkoncentráció nem jelenti azt, hogy az egész helyiség nem veszélyes terület.** A helyiség **egyes részei/nagyobb része akár nem tekinthető veszélyesnek.**

Elszívási pontok kialakítása a **kibocsátás helye**, illetve gázok/gőzök **relatív sűrűsége** alapján szükséges meghatározni, optimalizálni.

E melléklet 5. példa vagy akár numerikus áramlástanai szimulációk (CFD) való támogatás.

X_b – háttérkoncentráció, X_{crit} – kritikus koncentráció

¹⁾ Ventilation theory and dispersion modelling applied to hazardous area classification <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950423011000374>

²⁾ Simulation of Benzene Leakage and Dispersion in the Laboratory via Computational Fluid Dynamics <https://www.cetjournal.it/cet/23/106/085.pdf>

³⁾ Kép <https://valco.de/en/hall-extraction/>



GÁZOK, GŐZÖK ÉS KÖDÖK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS



MSZ EN IEC 60079-10-1:2021 Térésbesorolás. Robbanóképes gázkezegek

Közvetlen (helyi) elszívás mértékének meghatározása az J.2 melléklet szerint:

$$Q_{amin} = \frac{Q_g}{LFL} \cdot \frac{T_a}{293}$$

A **biztonsági tartalékot mindig figyelembe kell venni**, hogy más tényezők, például a **turbulencia** vagy a **friss levegő egyenlőtlen eloszlása** befolyásoló tényezőként.

Fennmaradási idő meghatározása az J.3 melléklet szerint, egy elméleti idő, amely ahhoz szükséges, hogy a gyúlékony anyag koncentrációja egy adott térfogatban egy bizonyos állandósult állapotú X_b háttérkoncentrációról a szükséges X_{crit} kritikus koncentrációra híguljon.

$$t_d = \frac{f}{C} \ln \left(\frac{X_b}{X_{crit}} \right)$$

Az elméleti idő a kibocsátott gyúlékony **anyag ideális hígulásán alapul**. A **biztonsági tartalékokat mindig figyelembe kell venni**, olyan tényezőket, mint például a turbulenciát vagy a gyúlékony anyag egyenetlen eloszlását.

Q_{amin} - szükséges levegő elméleti minimális térfogatáram; Q_g - gyúlékony anyag térfogati kibocsátás; T_a - környezeti hőmérséklet
 t_d - elméleti idő a gyúlékony anyag hígulásához; f - a szellőzés hatékonysági tényezője; C - az egységnyi időre jutó légcserék száma az adott térfogatban
^{1,2)} Kép <https://wasteadvantagemag.com/six-most-forgotten-features-at-hhw-collection-facilities-part-2-local-spot-exhaust-ventilation/>

GÁZOK, GŐZÖK ÉS KÖDÖK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS



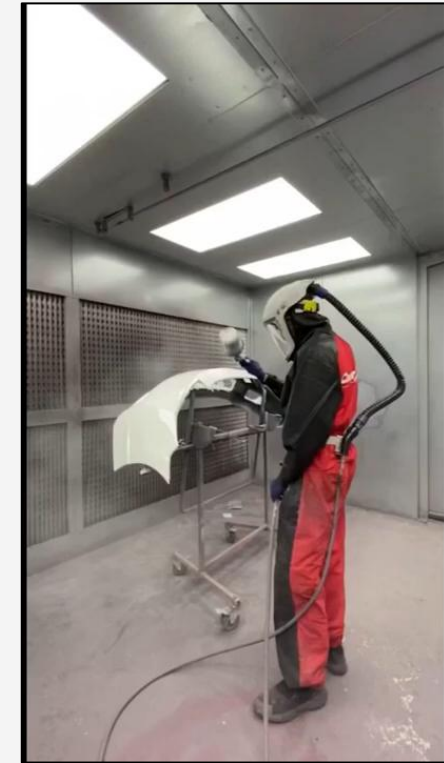
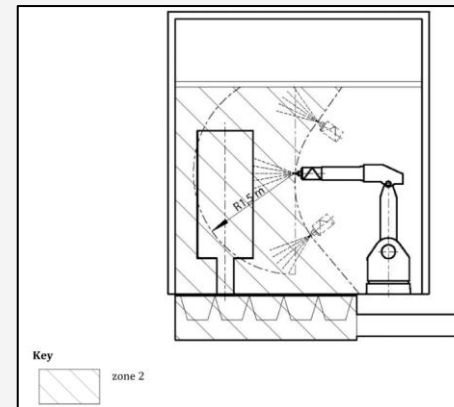
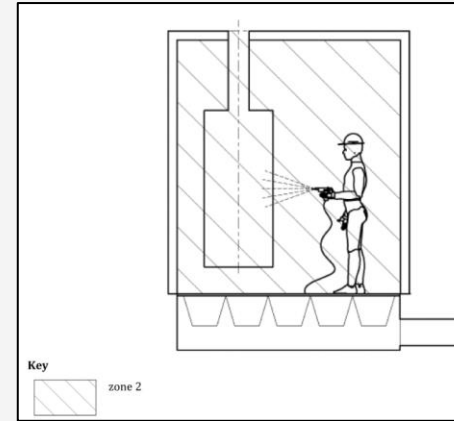
MSZ EN 16985:2019 Szórófülkék szerves bevonóanyagokhoz. Biztonsági követelmények

54/2014 (XII. 5.) BM rendelet 9. §
cb) az éghető gőz, **köd**,

MSZ EN IEC 60079-10-1:2021 B.7.1
d) *Ha azonban egy gyúlékony anyagot olyan módon bocsátanak ki, hogy ködöt képez (például permetezéssel/szórással), robbanásveszélyes légkör alakulhat ki az anyag lobbanáspontja alatt.*

Gyúlékony ködökre vonatkozó információk a G mellékletben állnak rendelkezésre.

Terület	Oldószer koncentráció határértékei (ARH/AÉH)	Robbanásveszélyes térség/ Készülék kategória
Szórófülke belső térfogata	> 25% és ≤ 50%	Zóna-1 / 2G
	≤ 25%	Zóna-2 / 3G
	0%	-
Gépi szórófülke belső térfogata	≤ 25%	1,5 m - Zóna-2 / 3G
Elszívó rendszer (gázmosó/szűrő)	> 25% és ≤ 50%	Zóna-1 / 2G
	> 10% és ≤ 25%	Zóna-2 / 3G
	≤ 10 %	-
Elszívó rendszer (légcsatornák)	> 25% és ≤ 50%	Zóna-2 / 3G
	≤ 25%	-
Szórófülke külső része (állandó nyílások)	> 25% és ≤ 50%	Zóna-2 / 3G
	Minden egyéb eset	-



MSZ EN 16985:2019 szabvány C melléklet - gyúlékony anyagok átlagos koncentrációja **a) minden adott a számításához, b) határértékre tervezés**

Videó: <https://www.youtube.com/shorts/ohw7-kFp1eU>
Kép: <https://ems-powdercoating.com/painting-conveyor/>
<https://www.doc88.com/p-09320529529040.html>

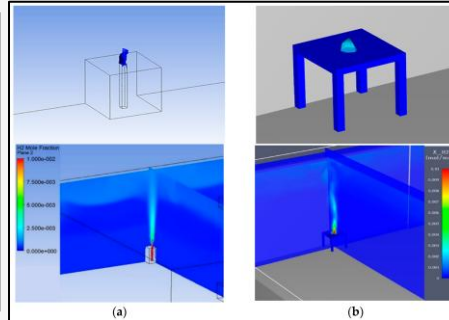
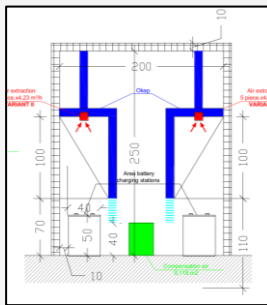
GÁZOK, GŐZÖK ÉS KÖDÖK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS



MSZ 1600-16:1992, MSZ EN 62485-2:2018, MSZ EN 62485-3:2018: Akkumulátorok és töltőállomások – Szükséges légáramlás mértékének meghatározása

Az elektrolízis eredményeként hidrogén gáz keletkezik és a környező légkörbe kibocsátva robbanásveszélyes keverék keletkezhet.

A különböző szellőztetési megoldásokat CFD-szimulációk alapján ellenőrizték és az akkumulátorhelyiség mennyezetén elhelyezett szellőztetés a leghatékonyabb^{3,4}.



	MSZ 1600-16:1992	MSZ EN 62485-2:2018	MSZ EN 62485-3:2018
Szükséges friss levegő térfogatárama	$Q=0,0555 \cdot n \cdot I \cdot z$	$Q=0,05 \cdot n \cdot I_{\text{gas}} \cdot \text{Crt} \cdot 10^{-3}$	$Q=0,055 \cdot n \cdot I_{\text{gas}}$
Szabad keresztmetszet	$A \geq 28 \cdot Q$ (legalább 0,1 m/s)	$A \geq 28 \cdot Q$ (legalább 0,1 m/s)	$A \geq 28 \cdot Q$ (legalább 0,1 m/s)
Egyéb feltételek	Amennyiben az átlós irányú légáramlás nem biztosítható, de az akkumulátortér szabad légtérfogata m^3 -ben legalább $2,5 \cdot Q$, akkor a két nyílás egyazon falon is elhelyezhető	Amennyiben a természetes szellőztetéssel nem érhető el megfelelő Q légáramlás, és kényszerített szellőztetést alkalmaznak, a töltőberendezést össze kell kapcsolni a szellőztető rendszerrel, vagy riasztást kell indítani, ha a töltés kiválasztott módjához szükséges légáramlás nem biztosított.	A természetes szellőzésű töltőhelyiségekben vagy a legalább $\text{m}^3 \geq 2,5 \times Q$ szabad térfogatú helyiségekben nincs szükség kényszerszellőztetésre, kivéve, ha azt különleges műszaki vagy környezeti higiéniai okok megkövetelik.



¹Kép <https://www.foxtronpowersolutions.com/adding-water-to-battery/> n – cellák száma; I – töltőáram, I_{gas} kigázosító áramerősség;

²Kép <https://www.adaptalift.com.au/blog/2016-04-26-designing-a-safe-forklift-battery-charging-room> Crt - kapacitás ; z – akkumulátor típusától függő gázkibocsátás

³Ventilation System Influence on Hydrogen Explosion Hazards in Industrial Lead-Acid Battery Rooms <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/8/2086>

⁴Numerical Reconstruction of Hazardous Zones after the Release of Flammable Gases during Industrial Processes <https://www.mdpi.com/2227-9717/9/2/307>

POROK ÉS SZÁLAS ANYAGOK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS



MSZ EN 14986:2024
Potenciálisan robbanóképes
közegekben működő ventilátorok
kialakítása szerint 1D készülék
kategóriájú ventilátor nem
gyártható.

Természetes szellőztetés határa
a koncentráció hígulhat (és ezáltal
csökkentheti a zóna kiterjedését),
de ugyanakkor a nyugvó
porréteget fel is kavarhatja.

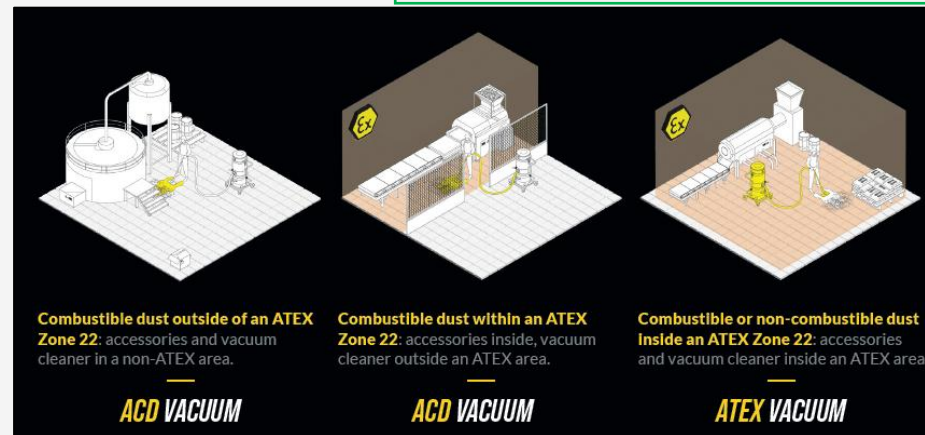
Porleválasztó berendezések
22/2009. (VII. 23.) ÖM rendelet
szerint tűzvédelmi megfelelőségi
tanúsítvány (TMT) szükséges.

MSZ EN 60079-10-2:2015 Térésgek osztályozása. Robbanóképes poros közegek

Általában Zóna-21 robbanásveszélyes térségbe sorolt területek Zóna-22 kerülhetnek, ha a robbanásveszélyes poros léghő kialakulásának megakadályozására intézkedéseket alkalmaznak, mint például szellőztetést. A port közvetlenül a keletkezési helyen szívják el (helyi elszívás), és megbízhatóan megakadályozzák az éghető por veszélyes lerakódását (MSZ EN 1127-1:2019 6.2.2.3.)

- Kiépített mesterséges elszívó és leválasztó rendszer
- Mobil elszívó rendszer / Porszívó
- Flexibilis elszívó kar

Légtechnikai belső tere és kidobási pontja robbanásvédelmi szempontból vizsgálendő.



¹Kép <https://www.flextraction.co.uk/id/hood-positioning-device-articulated>

²Kép <https://www.depureco.com/en/atex-acd-vacuum-cleaners/>

³Kép https://igmttools.hu/kategoriak/faipari-gepek/forgacs-elszivok/?rsrltid=AfmBOokv1a3lcFSGbmtPy8Pv9A47HJb-hNbGWVEgRLu_p9qqqhhzbx

⁴Kép <https://joairsolutions.com/systems/dust-collection-systems/>

POROK ÉS SZÁLAS ANYAGOK - TERMÉSZETES ÉS MESTERSÉGES SZELLŐZTETÉS

MSZ EN 16985:2019 szabvány C melléklet szerinti számítás, a szükséges légáram meghatározásra.

A porok robbanásveszélyes térségeinek a meghatározásához matematikai összefüggések az alkalmazható szabványok esetében korlátozottan állnak rendelkezésre.

MSZ EN 16985:2019 Szórófülkék szerves bevonóanyagokhoz. Biztonsági követelmények

Terület	Határértékek	Robbanásveszélyes térség/ Készülék kategória
Porszórásos festékszóró fülketérfogata	-	Zóna-22 / 3D
Nyitott porvisszanyerő rendszer porral terhelt levegő része	A keletkező porfelhőnek minimálisra kell csökkennie, és legfeljebb 0,5 m-re kell lennie a szűrőbetét felületétől, és nem terjedhet be a munkaterületre. - A szűrőelemek nem puffogtathatnak ki egyidejűleg. - Minimális légáram a por ≤ 50 ARH/AÉH % alatt tartja.	Zóna-21 / 2D
Porral terhelt levegő a zárt porvisszanyerő rendszerek belső térfogata	-	Zóna-20 / 1D
Porral terhelt levegő a zárt porvisszanyerő rendszerek belső térfogata	- A szűrőelemek nem puffogtathatnak ki egyidejűleg. - Minimális légáram a por ≤ 50 ARH/AÉH % alatt tartja.	Zóna-20 / 1D



A táblázat részben tartalmazza a lehetséges robbanásveszélyes térségeket meghatározásait.

NEM ÉGHETŐ, KÖZÖMBŐS VÉDŐGÁZOK AKLALMAZÁSA (INERTIZÁLÁS)

Az inertizálás során elérni kívánt **maximális oxigén koncentráció** összefüggésben kell, hogy a legyen az **alkalmazott közeg oxigén-határkoncentráció** értékével.

MSZ CEN/TR 15281:2023 Potenciálisan robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem. Útmutató a robbanások megelőzését szolgáló inertizáláshoz

1. Nyomással történtő inertizálás (lengő - swing)

A berendezés inertizálása során a rendszert az inert közeg nyomás alatt van, majd a légkörbe eresztik, és a folyamatot addig ismételik, amíg az oxigéntartalom kívánt csökkenését el nem éri.

- Folyamatos oxigénmonitorozás alkalmazása;
- Egyszerű geometriájú berendezés;
- Hatékony keveredést tesz lehetővé;
- Nem alkalmazható kis nyomású berendezések esetében;
- Nagy elágazásoknál esetében holtterek alakulhatnak ki;

Ha a rendszer nagyon összetett, alkalmasabb lehet egy vákuumos tisztítórendszer, amely biztosítja a homogén keveréket.



NEM ÉGHETŐ, KÖZÖMBÖS VÉDŐGÁZOK AKLALMAZÁSA (INERTIZÁLÁS)

Az oxigén bejutását a nyomásemelkedés mértékének megfigyelésén alapulhat, ezáltal megbecsülhető a maximális oxigénkoncentráció (a parciális nyomás alapján).

MSZ CEN/TR 15281:2023 Potenciálisan robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem. Útmutató a robbanások megelőzését szolgáló inertizáláshoz

2. Vákuummal történtő inertizálás

A módszer akkor alkalmazható, ha az edényt nem lehet belső nyomásnak kitenni, de teljes vákuumnak ellenáll.

- Folyamatos oxigénmonitorozás alkalmazása;
- Komplex geometriájú berendezés;
- Kevesebb inert gáz alkalmazása szükséges;
- Nem alkalmazható kis nyomású berendezések esetében;
- Legfeljebb 0,5 bar(a) ajánlott;

Egy vákuum alatt működő rendszer esetében bármilyen szivárgás esetén levegő jut a rendszerbe, és ez fokozatosan tönkreteszi az inert atmoszférát.

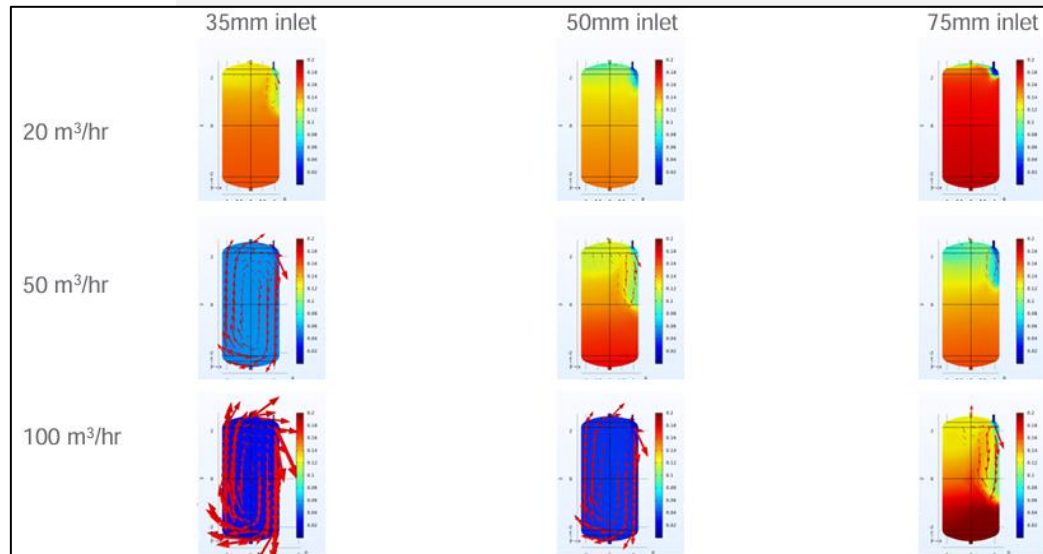


NEM ÉGHETŐ, KÖZÖMBÖS VÉDŐGÁZOK AKLALMAZÁSA (INERTIZÁLÁS)

A rendszer **több pontján** is szükséges mérni az **oxigén koncentrációt**, mielőtt azt feltételeznénk, hogy az egész rendszer inert.

MSZ CEN/TR 15281:2023 Potenciálisan robbanóképes közegek. Robbanásmegelőzés és robbanásvédelem. Útmutató a robbanások megelőzését szolgáló inertizáláshoz

3. Átfolyással/öblítéssel való inertizálás



Ez a módszer feltételezi a **levegő** és az **inert gáz tökéletes keveredését** a rendszerben, azaz az oxigén koncentrációja a rendszer minden pontján egy időben azonos, és megegyezik a távozó gázéval.

$$t = F \frac{V}{Q} \ln \left(\frac{C_i - C_0}{C_i - C_f} \right)$$

A *biztonság tényező pl. 2, kis berendezéseknél (elágazások nélkül és egymással átlósan szemben lévő be- és kivezetésekkel) és csővezetékes rendszereknél, van pl. 5, olyan berendezéseknél, ahol a be- és kivezetés nem átlós.*



t - az inertizáláshoz szükséges idő; F - az öblítés biztonsági tényezője; V - a rendszer térfogata; Q - az inert gáz áramlási sebessége; C_f - az oxigéntartalom az áramlás után; C₀ - a kezdeti oxigéntartalom; C_i - az inert gáz oxigéntartalma

¹⁾ Is your tank inert? A study into the challenges of ensuring inert atmospheres https://www.icheme.org/media/17338/haz31_064_collier.pdf

NEM ÉGHETŐ, KÖZÖMBŐS VÉDŐGÁZOK AKLALMAZÁSA (INERTIZÁLÁS)

Az MSZ 15633-1:1992 szabvány 2.6. fejezete szerint, MSZ 9910-2:1992 szabvány 11.3. vonatkozásában.

MSZ 15633-1:1992 Éghető folyadékok és olvadékok tároló- és kiszolgálólétesítményeinek, -berendezéseinek tűzvédelmi előírásai. Általános követelmények

1. Változat

Inertgáz-térfogáram $V_1=0,1 \cdot V_A + V_P$ [Nm³/óra]

Tárolt inertgáztérfogat $V_T=0,04 \cdot V_A$ [Nm³]

V_A - a legnagyobb belégzési térfogatáram [Nm³/óra]

V_P - a legnagyobb lefejtő szivattyú térfogatárama [Nm³/óra]

- Inertgázellátás a tartálynomás mérésével kerül ellenőrzésre.
- Ha a tartálynomás a belégzőszelep beszívási értékére csökken, akkor automatikusan vészjelzést kell adnia.
- A tartályt gyújtóhatás-átterjedést gátló szerkezettel kell ellátni.

A villamos és nem villamos energiaforrások a tartályban **Zóna-1 követelményeknek** kell megfelelnie.

2. Változat

Inertgáz-térfogáram $V_1=0,2 \cdot V_A + V_P$ [Nm³/óra]

Tárolt inertgáztérfogat $V_T=0,08 \cdot V_A$ [Nm³]

V_A - a legnagyobb belégzési térfogatáram [Nm³/óra]

V_P - a legnagyobb lefejtő szivattyú térfogatárama [Nm³/óra]

- Ha a tartálynomás a belégzőszelep beszívási értékére csökken, akkor az automatikus vészjelzésnek a lefejtő szivattyúk üzemét le kell állítania.
- Elegendő a tárolt anyag számára minősített gyújtó-hatás-átterjedést gátló szerkezetek beépítése, a tartós tűzhatás elleni biztonság nem szükséges.
- A villamos és nem villamos energiaforrások **Zóna-1 követelményeknek** kell megfelelnie.

3. Változat

Inertgáz-térfogáram $V_1=0,5 \cdot V_A + V_P$ [Nm³/óra]

Tárolt inertgáztérfogat $V_T=0,12 \cdot V_A$ [Nm³]

V_A - a legnagyobb belégzési térfogatáram [Nm³/óra]

V_P - a legnagyobb lefejtő szivattyú térfogatárama [Nm³/óra]

- A tartályt redundánsan kell ellenőrizni.
- Az inertgáz ellátást a túlnyomás oldaláról kell szabályozni.
- A vészbelégző szelep nyitási nyomása legalább 5 mbar kell legyen.
- Ha a tartálynomás a határyomás alá csökken, automatikusan vészjelzést kell adnia és ha a technológia ezt lehetővé teszi, akkor a lefejtő szivattyúkat automatikus le kell állítania.
- Gyújtóhatás átterjedést gátló szerkezetek beépítés nem szükséges.
- A villamos és nem villamos energiaforrások **Zóna-2 követelményeknek** kell megfelelnie.



NEM ÉGHETŐ, KÖZÖMBÖS VÉDŐGÁZOK AKLALMAZÁSA (INERTIZÁLÁS)

Amennyiben nem áll rendelkezésre az oxigén-határkoncentráció értéke, akkor az ASTM E2079 szabvány szerint szükséges meghatározni.

NFPA 69:2024 Standard on Explosion Prevention Systems

Tisztító gázt (Purge Gas), amely inert, folyamatosan vagy szakaszosan hozzá lehet adni egy rendszerhez.

A szabvány tartalmaz oxigén-határkoncentráció értékek gázok, gőzök és porok vonatkozásán.

1. Átfolyással/öblítéssel való inertizálás

$$C_f = \frac{C_i \cdot V_i + C_g \cdot V_g}{V_i + V_g}$$

2. Szükséges tisztító gáz ciklusának száma (lengő - swing)

$$N = \frac{\ln\left(\frac{C_i - C_f}{C_i}\right)}{\ln\left(1 - \frac{Q}{V_i}\right)}$$



NEM ÉGHETŐ, KÖZÖMBÖS VÉDŐGÁZOK AKLALMAZÁSA (INERTIZÁLÁS)

API STD 2000 Venting Atmospheric and Low-pressure Storage Tanks (7th, March 2014)

A szabvány a ki-belégzőszelep belégzés (inbreathing) funkciójánál (vákuum hatás elkerülése) a következő mondja ki:

- Ha a légző aktív, tehát nyitva van, és arányosan több levegőt (oxigént) vesz fel, mint inert közeget (F.2 - 1. szint), akkor a tartály belseje **Zóna-1 robbanásveszélyes térség**.
- Ezzel szemben, ha a nyitás után a folyamat megfordul (F.2 - 2. szint), azaz nagyobb mennyiségű inert közeg utánpótlása valósul meg, akkor a tartály belső tere a **Zóna-2 robbanásveszélyes térség**.



¹⁾ Hazardous Area Classification For In Flammable Liquid Storage Tanks <https://doi.org/10.35925/j.multi.2023.2.11>

ÖSSZEFOGLALÁS

Jogi és szabványi alapok, a robbanásvédelem jogszabályi előírásai 54/2014. BM, 3/2003. FMM-ESzCsM rendeletek szerint, amelyek a **veszélyes anyagok korlátozását**, kiemelten a kibocsátások elkerülése vagy minimalizálása robbanóképes közeg kialakulásának megakadályozására, **MSZ EN 1127-1:2019 szabványt**, mint a megelőző intézkedések kulcsfontosságú az elsődleges robbanásvédelmi intézkedések tekintetében.

Az elsődleges védelmi intézkedés (megelőzés) célja és módjai **robbanóképes közegek kialakulásának elkerülése vagy csökkentése**. Ezt a gyúlékony anyag koncentrációjának a robbanási tartományon kívül tartásával vagy az oxigénkoncentráció csökkentésével (az oxigénhatárkoncentráció alá) érthető el.

Konkrét megelőző technikák és megoldások a robbanóképes közeg kialakulásának megakadályozására két fő lehetőség került részletezésre: **a szellőztetés (hígítás)** és az **inertizálás**. A szellőztetés szabványok által meghatározott módon (természetes vagy mesterséges) hígítja a veszélyes anyag koncentrációját gázoknál, gőzöknél, ködöknél és poroknál. Az **inertizálás során** nem éghető, közömbös védőgázokkal szorítják ki az **oxigén szintjét egy kritikus érték alá**, többféle eljárással (**pl. nyomásos, vákuumos, átfolyásos**).





**Az MSZ EN ISO/IEC 17020:2012 szabvány szerint akkreditált, A-típusú ellenőrző szervezet.
Részletező okirat száma: NAH-3-0047/2024**

Köszönjük szépen a figyelmet.

2025. év április hónap 29. napja.

Tugyi Levente • +36 (70) 621 9894 • tugyi.levente@rbesz.hu • www.rbesz.hu