

# Útmutató

az ammónia hűtőközeggel működő hűtőrendszerek  
biztonságos üzemeltetéséhez



Belügyminisztérium  
Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság  
Budapest, 2022. augusztus

*akadálymentes verzió (2023. január)*

**Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság**  
**Országos Iparbiztonsági Főfelügyelőség**  
**Veszélyes Üzemek Főosztály**

---

A jelen útmutatóban foglalt ajánlások, módszertani megközelítések nem minősülnek egyedüli jó megoldásnak, vagy jogi iránymutatásnak, illetve állásfoglalásnak.

A módszertani útmutató hazai és nemzetközi tapasztalatok és gyakorlatok megosztásával kínál lehetséges megoldási javaslatot az ammónia hűtőközeggel működő hűtőrendszerek biztonságos üzemeltetéséhez.

Az útmutatóban foglalt biztonságos üzemeltetési feltételek által teremtett, elvárt biztonsági szint megvalósítható egyenértékű biztonságot nyújtó műszaki, szervezeti és irányítási rendszerbeli megoldásokkal is.

---

Belügyminisztérium  
Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság

Szerzők:  
Dr. Mesics Zoltán t. alezredes, Domján Iván t. őrnagy

Budapest, 2022. augusztus

## Tartalom

1. Bevezetés.....	4
1.1. Karbantartási rendszerek .....	5
1.2. Üzemeltetői felmérés.....	5
2. Biztonságos üzemeltetési feltételek .....	6
2.1. Technológiai feltételek.....	6
2.2. Személyi feltételek .....	14
2.3. Védelmi infrastruktúrával kapcsolatos feltételek .....	16
2.4. Dokumentációs környezetre vonatkozó feltételek .....	21
2.5. Normálüzemi ammónia fogyasztásra vonatkozó feltételek.....	23
3. Felhasznált irodalom .....	24

## 1. Bevezetés

A veszélyes üzemek idővel történő fokozatos állapotromlása (a továbbiakban: öregedése, ageing) mind a hazai, mind a nemzetközi szakmai életben kiemelt jelentőséggel bíró biztonsági téma.

Aktualitását elsősorban az adja, hogy Magyarország, Európa, illetve világszerte is előfordulnak olyan veszélyes üzemi események, veszélyes anyagokkal kapcsolatos események, súlyos balesetek, amelyek alap oka visszavezethető az üzemek, fizikai berendezések életkorából, valamint az eljárások, technológiák, vállalati memória és tudás avulási folyamataiból fakadó, idővel egyre növekvő kockázatokra.

A kutatások alapján az európai veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek kb. 50%-a volt az ageing jelenségéhez köthető. 1980 és 2006 között legalább 11 emberéletet követelt, 183 sérültet és 170 millió Euró kárt eredményezett kontinensünkön a veszélyes üzemek öregedése. [1]

Az öregedésben rejlő kockázatok jelenléte hazánkban is érzékelhető, ezért a Belügyminisztérium Országos Katasztrófavédelmi Főigazgatóság (BM OKF) folyamatosan nyomon követi és elemzi a veszélyes anyagokkal kapcsolatos események üzemeltetői kivizsgálásait. Az országos tendenciák alapján megállapítható, hogy a '70-es, '80-es években épült üzemek – köztük az ammóniás hűtőházak – számottevő részarányt képviselnek a veszélyes anyagokkal kapcsolatos eseményekből.

Magyarországon az üzemi káresemények 38%-át a küszöbérték alatti üzemekben bekövetkezett veszélyes anyagokkal kapcsolatos események teszik ki. E veszélyes üzemi kategóriába tartoznak azon élelmiszeripari üzemek és hűtőházak is, ahol a cseppfolyósított ammónia 1 tonna mennyiséget meghaladóan van jelen.

A bekövetkezett események nagyrészt az ammóniás hűtőházak idős technológiai csővezetékein, tömszelencéin, karimatömítésein jelentkező lyukadást jelentenek, amelyek jellemzően kismértékű veszélyes anyag kikerüléssel járnak.

Erre tekintettel a BM OKF célul tűzte ki az ammóniás hűtőházakban bekövetkező veszélyes anyagokkal kapcsolatos események számának csökkentését, ezzel megelőzve a súlyos balesetek kialakulását. Az üzemeltetői tudatosság növelésének és a megelőzésnek fontos eszköze az ipari szereplőkkel és szakmai szervezetekkel közös munkaműhely keretében meghatározott egységes műszaki feltételrendszer, azaz az ammóniás hűtőrendszerek biztonságos üzemeltetési minimum feltételeinek kialakítása.

Jelen útmutató célja, hogy a – Magyar Vegyipari Szövetséggel, a Magyarországi Gyógyszergyártók Országos Szövetségével, a Magyar Ipari Gáz Szövetséggel, illetve a Magyar Ipari Karbantartók Szervezetével közös – munkaműhelyen tárgyalt témaköröket szisztematikusan bemutassa, illetve a fellelhető jó gyakorlatok ismeretében ajánlást fogalmazzon meg a biztonságos üzemeltetési feltételek meghatározására.

A BM OKF nagy hangsúlyt helyez az üzemeltetői tudatosság fejlesztésére, ezért külön kifejezi a köszönetét a fenti közreműködők aktív részvételéért.

## 1.1. Karbantartási rendszerek

A BM OKF a nemzetközi trendek és a hazai tapasztalatok figyelembevételével a biztonság szempontjából kritikus berendezések műszaki állapotának nyomon követésére és karbantartására alkalmazott rendszerek kialakítottságának és dokumentált működtetésének vizsgálati szempontját már 2018 óta szerepelteti a kiemelt ellenőrzési szempontok között.

Az eltelt időszakban a megyei/fővárosi katasztrófavédelmi igazgatóságok (a továbbiakban: igazgatóságok) átfogó ellenőrzéssorozatot folytattak le az illetékességi területükön található felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó és küszöbérték alatti üzemekben.

Az országos átfogó, rendkívüli ellenőrzés célja volt felmérni a veszélyes üzemek műszaki állapot-nyomonkövetési és karbantartási stratégiáját, feltárni az e szempontból jelentősnek minősülő hiányosságokat, megállapítani az esetleges jogsértő magatartásokat, illetve intézkedni azok elhárítására.

Az országos felmérés eredményeként megállapítható, hogy a küszöbérték alatti üzemek többsége – bár a felső küszöbértékű veszélyes anyagokkal foglalkozó üzemekhez mérten kisebb arányban – megelőző jellegű, szisztematikusan felépített karbantartási eljárást dolgozott ki, felismerve, hogy ez elengedhetetlen feltétele a biztonságos működésnek és a gazdaságos üzemeltetésnek.

Ugyanakkor az ammóniás hűtőrendszert üzemeltető küszöbérték alatti üzemek jelentős része (közel egyharmada) a hibajavító, eseti jellegű karbantartásra helyezi a hangsúlyt. Tekintettel arra, hogy tönkremenetelig történő üzemeltetés esetén könnyen kialakulhat olyan nem várt esemény, ami komoly károkat okozhat, jelen útmutató ajánlásokat fogalmaz meg ezen gyakorlat javítására.

## 1.2. Üzemeltetői felmérés

A BM OKF 2021 júniusában reprezentatív felmérésben történő önkéntes részvételre kérte fel a hazai ammóniás hűtőrendszert üzemeltető veszélyes üzemeket. Ennek keretében 35 üzemeltető adott írásos választ a biztonságos üzemeltetési feltételek aktuális teljesülésére vonatkozó 15 kérdésre, valamint 10 alkérdésre.

A válaszok alapján készült statisztikai megállapítások jelen útmutatóban az egyes biztonságos üzemeltetési feltételek megalapozottság-vizsgálata érdekében jelennek meg.

## 2. Biztonságos üzemeltetési feltételek

A biztonságos üzemeltetési feltételek meghatározása érdekében a BM OKF a szakértői munkacsoporttal feldolgozta a releváns nemzeti és nemzetközi szakirodalmakat, szabványi előírásokat, illetve üzemeltetési és karbantartási tapasztalatokat.

Az előkészítő-értékelő munka alapján elkészült az a feltételrendszer, amely összegzi és rendszerezi a biztonságos üzemeltetés szükséges és elégséges feltételeit.

A feltételrendszer tartalmaz technológiai (műszaki), személyi, védelmi infrastruktúrával kapcsolatos, dokumentációs környezetre, illetve a normálüzemi ammónia fogyasztásra vonatkozó feltételeket.

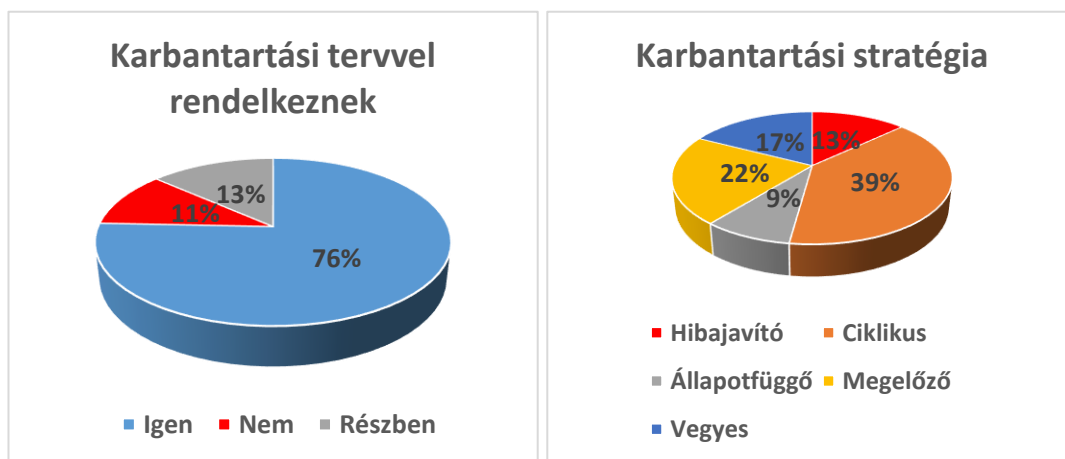
Az útmutatóban foglalt biztonságos üzemeltetési feltételek által teremtett, elvárt biztonsági szint megvalósítható egyenértékű biztonságot nyújtó műszaki, szervezeti és irányítási rendszerbeli megoldásokkal is.

### 2.1. Technológiai feltételek

#### 2.1.1. Karbantartási stratégia

Valamennyi ammóniás hűtőkört üzemeltető veszélyes üzemben megelőző jellegű, szisztematikusan felépített karbantartási stratégiát kell kialakítani és a karbantartási rendszert annak megfelelően működtetni.

Minden hűtőberendezésen, beleértve a kompresszorokon kívül a statikus berendezéseket is, megelőző jellegű karbantartásokat kell végezni, üzemeltetőnek rendelkeznie kell például a [2] követelményeinek megfelelő *Karbantartási utasítással*.



1. ábra: Ammóniás hűtőüzemek karbantartási stratégiája, Forrás: önkéntes felmérés

A hibajavító típusú, tönkremenetelig történő üzemeltetés alapvetően nem megengedett, kizárólag olyan berendezésegységek esetén, amelyek tönkremenetele nem okozhat súlyos balesetet, illetve ammónia kikerülést.

A karbantartási stratégia kialakításához és működtetéséhez átfogó támogatást nyújt a katasztrófavédelem központi honlapján megjelent, BM OKF által készített, műszaki állapot nyomon követéssel és a karbantartással kapcsolatos biztonsági irányítási rendszer elemek hatékony kialakításáról és működtetéséről szóló útmutató [3], amely letölthető a következő linkről:

<https://www.katasztrofavedelem.hu/application/uploads/documents/2020-01/68231.PDF>

### 2.1.2. Műszaki állapot nyomonkövetés

Hűtőközeg-szivárgás keresést és korróziós ellenőrzést a következő gyakorisággal kell lefolytatni az ammóniás hűtőrendszereken:

- Műszeres szivárgásérzékeléssel egybekötött teljes rendszerfelügyeleti bejárást: **NAPONTA**;
- Célzott szivárgás- és hibahelykeresés a rendszer kritikus pontjainak környezetében: **ÉVENTE**;
- A teljes rendszer műszeres diagnosztikai állapotfelmérése: először a telepítést követő 10, majd **5 ÉVENTE**.

#### 2.1.2.1. Műszeres szivárgásérzékeléssel egybekötött teljes rendszerfelügyeleti bejárás

A teljes technológiai rendszer bejárása, szemrevételezése napi rutin feladat kell, hogy legyen, amely a meghibásodás korai előjeleinek észlelésére, jelentésére szolgál.

A bejárást indokolt mobil gázdetektor támogatása mellett lefolytatni, különös tekintettel az olyan üzemekre, ahol a normálüzemi éves ammóniafogyás mértéke meghaladja a 3%-ot. Az ilyen üzemekben az általánosan tapasztalható ammónia szag alkalmas lehet arra, hogy meggátolja a kisebb kezdeti szivárgások érzékszervi észlelésének lehetőségét.

Az ammónia hűtőközeg szivárgása jól észlelhető hő- és képalkotás elemzéssel. A hőmérsékletkülönbség okán a hőkamerás vizsgálatok szemléletes képet adnak akár már kis mértékű szivárgásokról is, így célszerű a bejárás műszeresen támogatni továbbá hőkamerával.

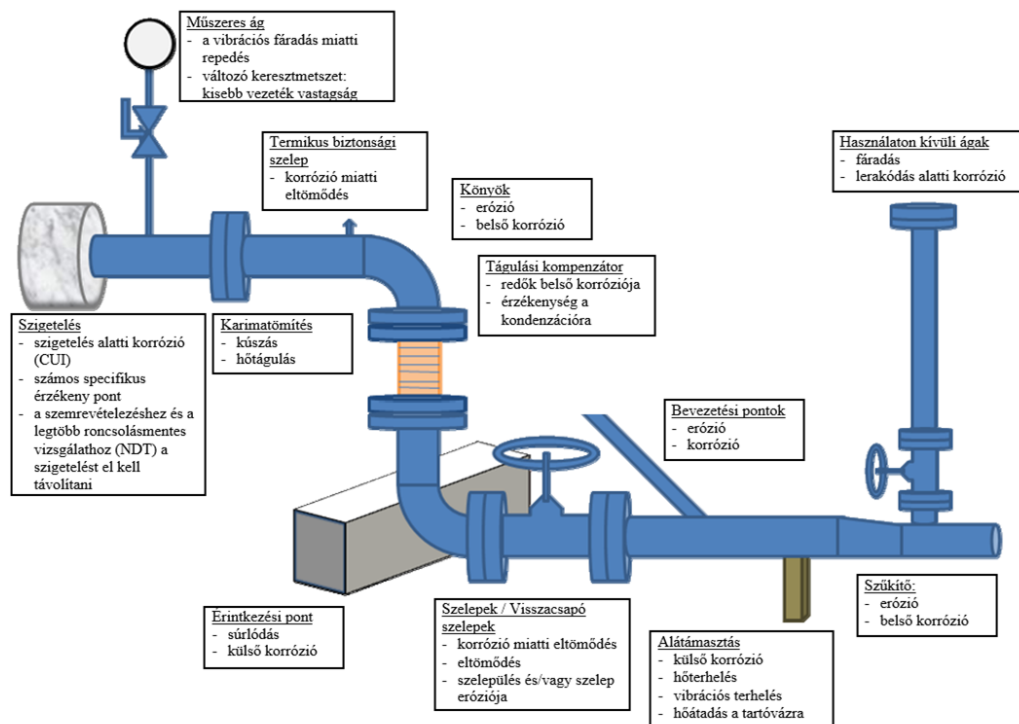
A bejárásnak az alábbiakra kell kiterjednie:

- hibahely keresés;
- bármilyen, szabad szemmel látható egyértelmű rendellenesség, például:
  - o zárószelvények jegesedése,
  - o tartó konzolok lehajlása,
  - o csőkarimák tömítetlensége,
  - o szigetelés sérülése,
  - o korróziógátló festés sérülése,
  - o ellenőrző műszerek normáltartományon kívüli értéke, stb.;
- az ellenőrző műszerek adatainak gyors kiértékelése (esetleges nyomásvesztés);
- a zárószelvények nyitott/zárt állapotának ellenőrzése;
- a feliratok, jelölések meglétének, olvashatóságának kontrollja;
- a biztonsági lefuvatás lehetőségének biztosítottasága, elsősorban a biztonsági szelepek jegesedés-mentes állapota.

#### 2.1.2.2. Célzott szivárgás- és hibahelykeresés a rendszer kritikus pontjainak környezetében

Az ammóniás **hűtőrendszer** állapotromlás szempontjából **kritikus pontjainak környezetében éves gyakorisággal indokolt hűtőközeg-szivárgás keresést végrehajtani diagnosztikai műszer** (pl.: mobil gázdetektor, optikai szivárgásérzékelő kamera, stb.) **alkalmazásával**, amely vizsgálat kiegészülhet kénlapos kimutatással.

A műszaki állapot nyomonkövetés végrehajtása során kiemelt figyelmet szükséges fordítani a berendezések kritikus pontjainak azonosítására, a jellemző károsodási formák tükrében.



2. ábra: Csővezeték rendszerek kritikus pontjai, Forrás: [4]

Kritikus pontok lehetnek például a külső és belső védőrétegek (szélsőséges időjárási körülmények, csapadék, feldolgozott vagy szállított veszélyes anyag korróziós hatása miatt), a hegesztések (működés közbeni centrális és axiális igénybevételek miatt), a tartószerkezetek (környezeti hatások, működés közbeni igénybevételek miatt), a csővezeték-hálózat mélypontjai és kőnyökidomai (erózió, korrózió jelensége miatt), stb.

Javasolt a szigetelt csővezetéseken fix vizsgálati helyeket (eltávolítható szigetelésablakokat) kialakítani a kritikus pontok rendszeres, roncsolásmentes vizsgálata érdekében.

Amennyiben korrózió gyanúja merül fel (pl. ammónia szivárgás, vagy vízcsepp megjelenés) az érintett teljes csőszakaszon történjen műszeres falvastagság mérés, és a mérési eredménynek megfelelően műszaki intézkedés.

Az alátámasztások, csőfelfogások állapotát folyamatosan, évről évre dokumentáltan (fényképfelvétel) figyelemmel kell kísérni. A negatív elváltozás jeleit (korróziós jel) ezek környezetében minden esetben műszeres diagnosztikai vizsgálattal kell ellenőrizni.

### 2.1.2.3. Teljes rendszer-felülvizsgálat

Teljes rendszer-felülvizsgálatot kell végezni, ha az eltelt üzemidő valószínűleg kihat a szilárdságra. Ez a telepítést követő 10., majd minden 5. évben feltételezhető.

**A teljes rendszer-felülvizsgálatnak ki kell terjednie a gépek és berendezések egészének – beleértve a csővezeték rendszer kritikus pontjait, lásd 2. ábra – műszeres diagnosztikai állapotfelmérésére** (pl.: UH csőfal vastagság mérés, rezgés diagnosztika, akusztikus emisszió vizsgálat).

Az üzemeltető értékelnie kell az egyes berendezéselemeket/alkatrészeket az adott berendezésre jellemző lehetséges várható károsodási formák mértéke szempontjából, azonosítania kell azon kritikus pontokat ahol a károsodások mértéke várhatóan a legnagyobb. Az azonosítást követően



dokumentált formában (egyértelmű azonosítást lehetővé tevő nyilvántartás és helyszíni megjelölés) ki kell jelölni a műszaki diagnosztikai ellenőrzések mérési pontjait.

Kiemelten kell kezelni az üzemeltetési/karbantartási tapasztalatok alapján a szelepek, csőmegfogások, alátámasztások környezetét.

A műszaki diagnosztikai ellenőrzések mérési pontjait következetesen kell kijelölni, illetve az egymást követő időszakok méréseit (5 évente) ugyanazon mérési pontokon (legalább) kell folyamatosan elvégezni, így az eredményekből trendelemzés útján kimutatható a lokális károsodás mértéke és sebessége is (prognózis képesség).

A hazai üzemeltetési tapasztalatok alapján a csővezetékek falvastagság fogyása DN50 csőátmérő alatt nem érheti el a 25 %-ot, míg DN50 csőátmérő fölött maximum 15 % falvastagság csökkenés megengedett. Amennyiben a teljes rendszer-felülvizsgálat során ezt elérő, vagy megközelítő mértékű falvastagság fogyás tapasztalható, az érintett vezetékszakasz cseréjére intézkedni kell. A csere ütemezését úgy kell megválasztani, hogy ilyen mértékű fogyás a csere időpontjáig sem következzen be.

Mindenképpen haladéktalanul intézkedni kell a csővezeték cseréjére, amennyiben a „vastag falú” cső falvastagsága eléri az ugyanolyan nyomásviszonyra méretezett „vékony falú” cső falvastagságát (pl.: 2,9 mm → 2,1 mm).

További hazai üzemeltetői tapasztalatok, jó gyakorlatok:

- Ultrahangos falvastagság mérés esetén célszerű hegyes, lyukkorróziót feltáró fejjel mérni, mert a nagy átmérőjű fej átlagot mér, ami megtévesztő lehet;
- Nehezen vizsgálható berendezések belső tereibe célszerű korróziós kupont (próbatestet) behelyezni, amely egyszerű méréssel ellenőrizhető;
- Endoszkópos ellenőrzés javasolt kis átmérőjű csövek és nem megbontható belső részek esetén;
- Az akusztikus emissziós vizsgálatok (hangfrekvenciás repedésvizsgálat) alkalmazása széles körben javasolt;
- Összetett rendszereknél célszerű a rendszer tömörségét egyben ellenőrizni, az egyes rendszerelemek, nyomástartó berendezések nyomásvizsgálata mellett (azokkal egy időben).

### 2.1.3. Karbantartás tervezés

A 2.2.1.2. alapján lefolytatott állapotfelügyeleti ellenőrzések alapján, az azok során feltárt eltérések, hiányosságok függvényében kell a karbantartást megtervezni.

#### 2.1.3.1. Éves karbantartás

**Éves karbantartási terv alapján szükséges**, a biztonsági szempontjából kritikus pontok ellenőrzésén alapulva **intézkedni a felújító, állapotmegőrző karbantartási lépésekre**, berendezés(részek), alkatrész cseréjére. Ennek során figyelembe kell venni az adott berendezés gyártói utasítását, gépkönyvi előírását, illetve biztonságtechnikai elemzéseket (pl. HAZOP) is.

Az éves karbantartási terv alapján lefolytatott megelőző jellegű, illetve az eseti hibajavító karbantartásokat is jegyzőkönyvvel tanúsítva, munkalappal igazolva kell elvégezni.

**Részei:**

- tömörségi vizsgálatok;
- részleges leeresztések/kiöblítések;
- biztonsági szakaszolók, reteszek tesztje;
- alkalmi tömítéscserék;
- szigetelés javítások.

**Dokumentálás:**

- papíralapú jegyzőkönyv, vagy digitális jegyzék, ami tartalmazza az elvégzett munkákat és vizsgálatokat;
- fényképes dokumentáció a feltárt meghibásodásokról, javításokról;
- Ha a karbantartást külső cég végzi, akkor cégszerű, olvasható aláírással ellátott munkalap készüljön.

Az éves karbantartások során feltétlenül szükséges intézkedni a látható részek korrózióvédelmének megtartására, felújítására (fedőfestés).

**2.1.3.2. Nagyjavítás**

Leállással járó nagyjavítási időszakban szükséges intézkedni a központi berendezések (pl. kompresszor, szivattyú, hűtőtorony) ellenőrzésére, kopó alkatrészeknek cseréjére, teljes leürítésükre, működtetésük ellenőrzésére, a „30 ezer üzemórás” szervizükre, illetve a szerkezeti vizsgálatok és hatósági nyomáspróbák elvégzésére.

**Dokumentálás:**

- papíralapú jegyzőkönyv, vagy digitális jegyzék, ami tartalmazza az elvégzett munkákat és vizsgálatokat;
- fényképalbum a feltárt meghibásodásokról, javításokról;
- hatósági vizsgálatok jegyzőkönyve, szerviz munkalapok.

A nagyjavítási időszakban szükséges valamennyi kis átmérőjű műszeres csatlakozóág diagnosztikai vizsgálatát elvégezni, tekintettel arra, hogy ezek letörése gyakori hibaforrása a hazai és nemzetközi baleseteknek.

**2.1.4. Elzárószerelvények működőképessége****2.1.4.1. Fizikai működtetés biztosíthatósága**

Az ammóniás hűtőkör leállításához, kiszakaszolásához, nyomásmentesítéséhez, vagy egyéb vészhelyzeti beavatkozáshoz szükséges elzárószerelvényeket könnyen hozzáférhetően, jegesedéstől mentesen, működésre/működtetésre alkalmas állapotban kell tartani.

Alkalmatlan állapotnak minősül többek között:

- a szitaszerű lyukacsos korróziós jelenség;
- törött, repedt, hiányos működtető segédberendezés (kerék);
- nagyfokú jegesedés okán akadályoztatott állapot (pl.: jegesedés eléri a szerelvény tömszelencét);
- szivárgás;
- látható mechanikus sérülés, repedés;
- perforációk, hézagok, horpadások;
- zúzott szigetelés (csökkent vastagság);
- zárt védőkupak esetén kézi szerszámmal nem nyitható;
- amennyiben az elzárószerelvény akadálytalanul nem megközelíthető.

### 2.1.4.2. Rendszeres működőképesség próba

Az ammóniás hűtőkör leállításához, kiszakaszolásához, nyomásmentesítéséhez, vagy egyéb vészhelyzeti beavatkozáshoz szükséges **elzárószerelvények működőképességét rendszeresen dokumentáltan ki kell próbálni.**

A működési próbák terjedjenek ki a távvezérlésű és a manuális működtetésű szerelvényekre is.

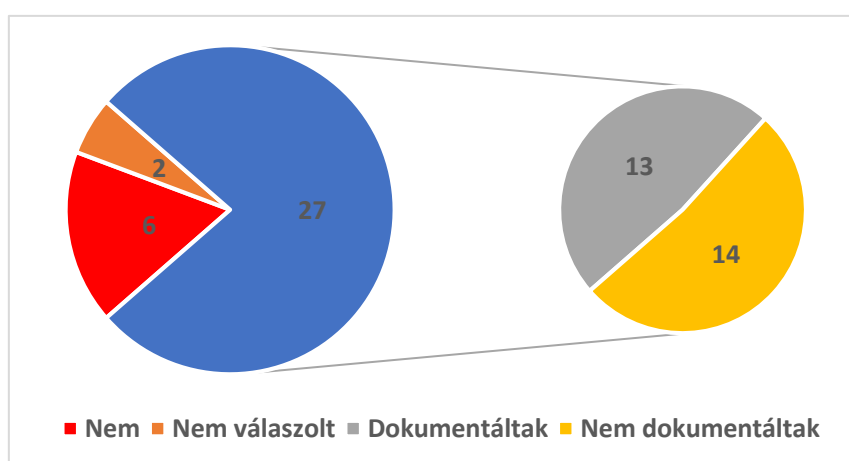
A működési próbákat konkrét elzárószerelvényekre vonatkozóan megalkotott eljárásrendek alapján kell végrehajtani. Az eljárásrendek tartalmazzák a veszélyhelyzetek esetében alkalmazandó magatartási szabályokat, és egyéb biztonsági előírásokat is.

A működési próbák például kezelési, karbantartási utasításban szabályozandók, gyakoriságára javasolt a gyártói/tervezői előírás, ennek hiányában léves periódus.

A működési próbákat lehetőség szerint videó, de legalább fényképfelvételekkel kell dokumentálni, valamint naplózni szükséges minden tapasztalt eltérést, akadályt, nehézséget. A vizuális dokumentumok tárolási, megőrzési ideje legalább egy működési próba periódus legyen.

A működési próbák során jelentkező problémák elhárítására haladéktalanul intézkedni kell.

A csak az éves működési próba alkalmával működtetett szerelvények esetében a működési képesség tesztelését követően javasolt egy újbóli szivárgásvizsgálat elvégzése.



3. ábra: Elzáró szerelvények működési próbái, Forrás: önkéntes felmérés

### 2.1.5. Szigetelés alatti korrózió nyomonkövetés

Hazánkban az ammóniás hűtőrendszerek leggyakoribb meghibásodási mechanizmusa a szigetelés alatti korrózió kialakulása.

**FIGYELEM!** A szigetelés alatti ammónia kibocsájtást azonnal eljegesedés jelzi, mely meghibásodásként kezelendő!

A szigetelés alatti korrózió (CUI: corrosion under insulation) folyamatos nyomonkövetésére és az ellene való védekezésre **üzemeltetőnek önálló stratégiával és feladattervvel kell rendelkeznie (CUI dokumentum).**

A CUI dokumentum, mint stratégiai összefogó terv időszakos feladatait és céljait az *Éves karbantartási terv* részeként célszerű kezelni, mint önálló fejezetet.

A CUI dokumentumban meg kell határozni azokat a megelőző jellegű intézkedéseket, amelyek garantálják a szigeteléssel takart vezetékek, eszközök szivárgásmentes működését.

A CUI dokumentumnak minimálisan a következőket kell tartalmaznia:

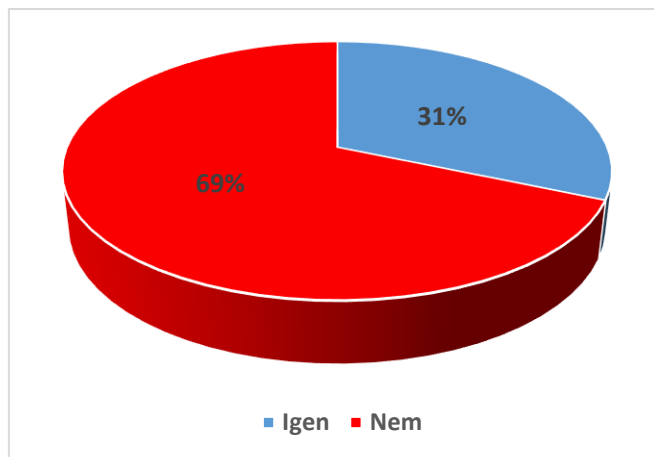
- a csőrendszer anyagára, felületi kezelésére, a szigetelő anyagra, környezeti viszonyokra vonatkozó információt;
- a szigetelés megbontással járó állapotnyomonkövetés gyakoriságát, szisztémáját, helyeit:
  - o valamennyi zárószerelevény (leggyakrabban szelep) környezetében indokolt megbontani a szigetelést először 10 évente (telepítéstől), majd 1-5 évente (állapotfüggő);
  - o célszerű a hűtőrendszer állapotromlás tekintetében kritikus pontjait (berendezések, csőszakaszok, könyökök, feltámasztási helyek, stb.) ezen időszakokra arányosan elosztani;
- a mérési, illetve a mérésre/ellenőrzésre meghatározott pontokat és azok állapotát (pl. UH falvastagság mérési adatok, megbontási helyek, stb.);
- minimális célmeghatározást:
  - o például rögzíteni azt, hogy a szigetelés alatti korrózióval összefüggő ammónia kibocsátások gyakorisága nem érheti el az  $1 \times 10^{-5}$  esemény/(m\*év) értéket (150 mm névleges belső csőátmérő alatt), illetve az  $1 \times 10^{-6}$  esemény/(m\*év) értéket (150 mm névleges belső csőátmérő fölött);
- az elérni kívánt cél ellenőrzését és a bevalás vizsgálatot.

A konkrét, állapotnyomonkövetési ellenőrzésre vonatkozó műszaki utasításoknak tartalmaznia kell a teljes körű helyreállítás műszaki ismérveit is, például:

- korróziógátló bevonat (pl. hideghorgany) felvitele a vizsgált felületre,
- párazáró tömítőanyag használata a szigetelés keményhéjalás pótlásánál.

*FIGYELEM! A hőszigetelések rendszeres megbontása és nem megfelelő minőségű visszaszerelése fokozott meghibásodási kockázatot indukálhat! Az ellenőrzés nem válhat a hiba okává!*

A CUI dokumentumot évente kell értékelni és 5 évente sorosan, valamint abban az esetben, ha a kitűzött célok nem teljesültek az értékelt időszakban soron kívül felül kell vizsgálni.



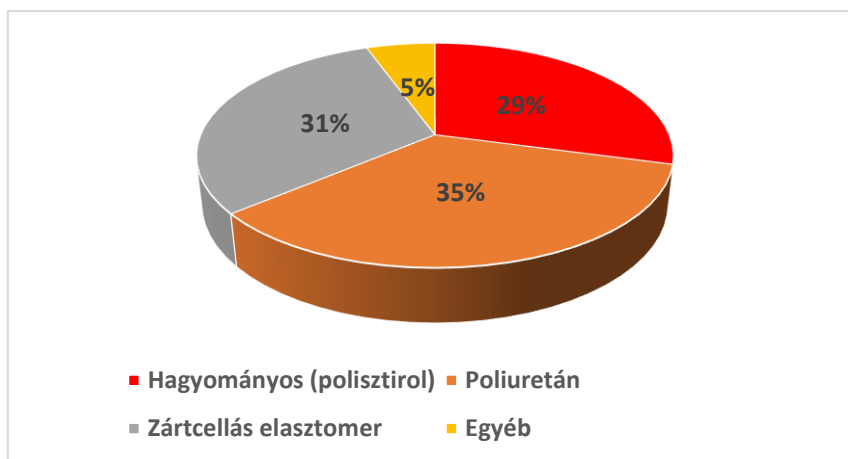
4. ábra: Önálló CUI startégiával rendelkező ammóniás hűtőüzemek, Forrás: önkéntes felmérés

### 2.1.6. Modern szigetelőanyagok alkalmazása

Ammóniát tartalmazó csővezetékek és egyéb berendezések hőszigetelésére kizárólag nagy páradiffúziós ellenállással rendelkező szigetelő anyagok használhatók. Ilyen, modern szigetelőanyagok többek között:

- a páralecsapódást is megakadályozó zártcellás elasztomer,
- a habosított üveg,
- illetve a párazáró fóliával ellátott poliuretán hab szigetelés.

A meglévő, hagyományos, páraáteresztő szigetelés (a leggyakrabban polisztirol) cseréjére üzemeltetőnek rendelkeznie kell a *CUI dokumentumban*. Valamennyi érintett szakasz, berendezés **szigetelés felújítására a CUI dokumentum első 5 éves felülvizsgálati periódusában intézkedni kell.**



5. ábra: Alkalmazott szigetelőanyagok a hazai ammóniás hűtőrendszerekben, Forrás: önkéntes felmérés

### 2.1.7. Használaton kívüli vezetékek

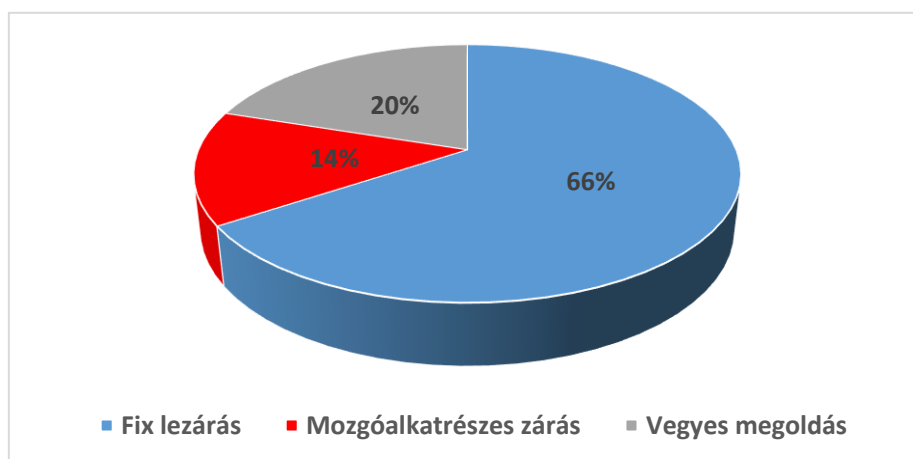
A vonatkozó szabvány [5] értelmében a normális üzemelés során **a nem használt csővezetéseket** (holtágak, vak rákötések, stb.) **vakkarimával, hegesztett csőfenékkal, blinddel** (vagy ezekkel egyenértékű zárást biztosító műszaki megoldással) **kell lezárni**.

Mozgóalkatrészes szelep, csap, tolózár erre a célra nem alkalmazható.

A lezárásnak használaton kívül helyezéskor azonnal meg kell történnie és a használaton kívüli állapot teljes időtartama alatt meg kell maradjon.

A véglegesen használaton kívül helyezett csővezeték szakaszokat (például az 5 éven túl használaton kívüli szakaszokat) minden esetben el kell bontani.

A már nem használt, de kötegből csak nagyon nehezen kivehető csővezetéseket szükséges megjelölni (például lila festékkel a szigetelésen szakaszonként vonallal), illetve leürített, kitisztított állapotban mindkét végükön nyílt csővéggel ellátni.



6. ábra: Használaton kívüli vezetékek kizárása, Forrás: önkéntes felmérés

### 2.1.8. Lefúvató/elnyelető tartályok

A **biztonsági lefúvató berendezéseken keresztül távozó, fejcsővezeték rendszeren kikerülő veszélyes anyag elnyeletését, semlegesítését műszaki megoldással folyamatosan biztosítani kell**.

A biztonsági lefúvató/elnyelető tartály(ok)ban az elnyelető közeget (leggyakrabban víz) folyamatosan biztosítani kell, szükség esetén fagymentességéről gondoskodva.

Az ammónia elnyeletés tényéről üzemeltetőnek valószerű információval kell rendelkeznie, amelyre tekintettel indokolt lúgosság érzékelőt telepíteni az elnyelető tartály(ok)ba.

## 2.2. Személyi feltételek

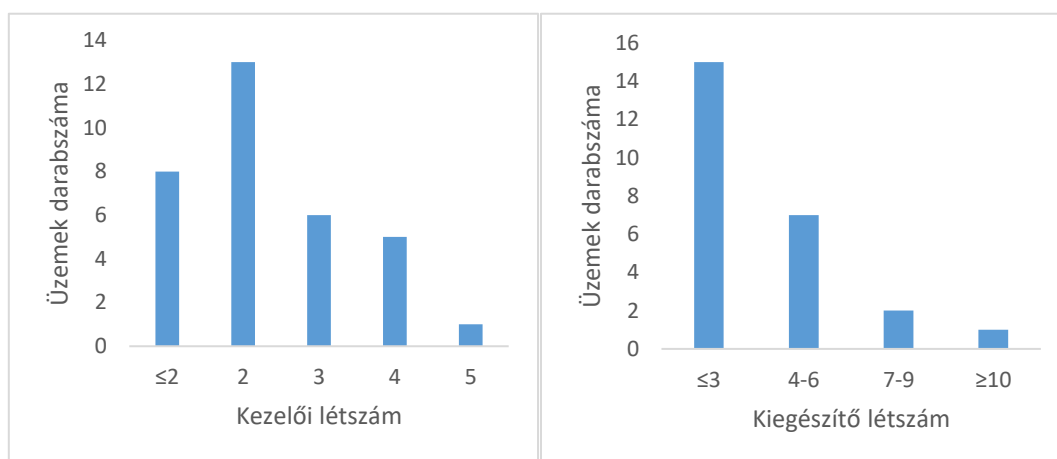
### 2.2.1. Élőerős jelenlét

A biztonságos üzem biztosítása érdekében a műszakoknak megfelelően kialakított kezelői létszámot biztosítani kell az üzemeltetőnek, összhangban a 34/2021. (VII. 26.) ITM rendelettel.

**Az élőerős jelenlét nélkül folytatott, úgynevezett „távfelügyelt üzemmenet” nem alkalmazható.**

Minimum 1 fő hűtőgépész és vészelhárítási ismeretekkel rendelkező személynek és egy fő az üzemeltető által a veszélyelhárítási feladatokra kiképzett személynek az üzem területén jelen kell lenni, folyamatosan.

A szükséges és elégséges létszám megállapítása során a műszaki berendezések működtetéséhez szükséges létszámon túl figyelemmel kell lenni a SKET-ben, illetve BVT-ben meghatározott üzemeltetői védekezési, beavatkozási feladatok végrehajtására és az azokhoz rendelt létszám biztosítására.



7. ábra: Kezelői és a hűtőberendezést üzemeltető dolgozókon felüli beavatkozó létszám műszakonként a hazai hűtőüzemekben, Forrás: önkéntes felmérés

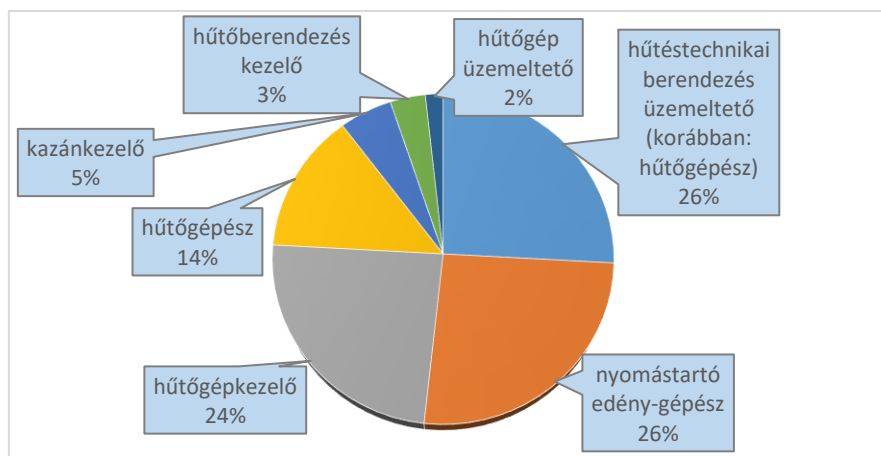
### 2.2.2. Képzési, képzettségi előírások

A biztonságos üzem biztosítása érdekében **a hűtőrendszer kezelői szaktanfolyami képzéssel kell rendelkezzenek, illetve időszakos oktatást kell kapjanak** (munkavédelmi előírások ismertetésén túl a veszélyelhárítási szabályokról is), összhangban a 34/2021. (VII.26.) ITM rendelettel.

A posztgraduális képzési követelményeken felül indokolt rendszeres ismeretfelújító vizsgáról gondoskodni. Technológiai és automatika ismeretekből legfeljebb 3 évente, míg biztonságtechnikai ismeretekből (munkavédelmi, tűzvédelmi, SKET) évente szükséges képzést és vizsgát szervezni.

A képzésnek nemcsak elméleti, hanem gyakorlati része is kell, hogy legyen, az ismétlődő oktatásoknak és vizsgáknak is tartalmazniuk kell gyakorlati tudás felmérőt.

A képzések során nem csak a védőfelszerelés és ruházat helyes használatát szükséges oktatni az üzemi beavatkozók számára, hanem az alkalmazott kézi és telepített mérőműszerek által történő méréseket és azok sajátosságait.



8. ábra: Kezelői szakképesítések megoszlása a hazai üzemekben, Forrás: önkéntes felmérés

## 2.3. Védelmi infrastruktúrával kapcsolatos feltételek

### 2.3.1. Egyéni védőeszközök

#### 2.3.1.1. Egyéni légzésvédő eszközök

##### Üzemeltetői beavatkozáshoz:

Az ammónia kiszabadulással járó üzemzavarok, események során szükséges üzemi intézkedések (pl.: elsődleges szakaszolás, zárás, sérült kimentés) megtételéhez **üzemeltetőnek rendelkeznie kell a beavatkozási létszámhoz igazodó darabszámú sűrített levegős (vagy egyéb izolációs, külső levegőtől független) légzőkészülékkel.** Fentiekre a [6] szabvány is tartalmaz előírást.

A szükséges darabszám meghatározása során figyelemmel kell lenni az eszközök karbantartási időszakaira is, amelynek értelmében a beavatkozási létszámon felül tartalék légző(ke)t is készenlétben kell tartani. A beavatkozási létszám minimum 2 fő.

Nagy alapterületű üzemek esetén indokolt lehet az egyéni védőeszközök többszörözése és megfelelő allokációja, például gépházanként 2-2 db védőruha és izolációs légzésvédő eszköz készenlétben tartása.

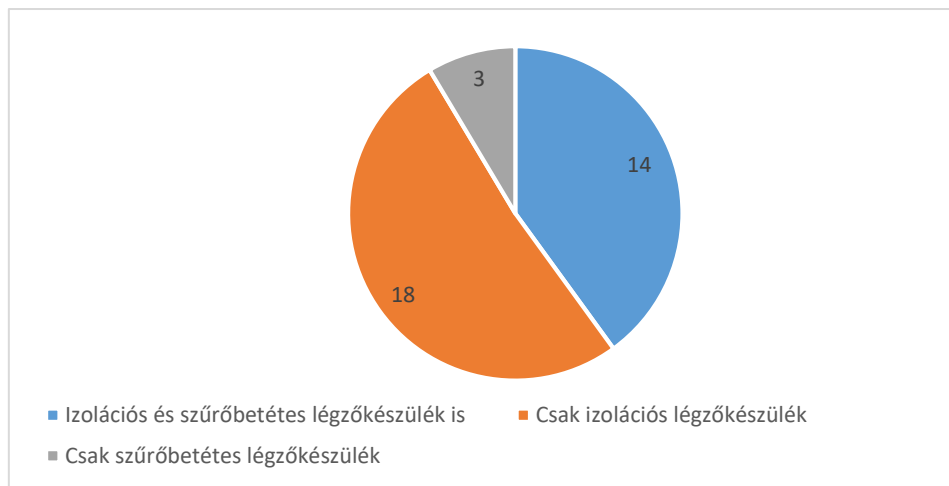
##### Mentéshez, meneküléshez:

Ezen felül a **mentéshez, kimentéshez, meneküléshez szűrő típusú légzésvédő eszközöket is készenlétben kell tartani** a hűtőüzemekben minimum a teljes létszám szerinti mennyiségben.

Szűrő típusú légzésvédőként teljesálarc (légzőszerveken kívül a szem- és az arc védelmét is biztosító álarcot) és ammónia gáz elleni védelmet biztosító (általában zöld színekű, „K” jelöléssel ellátott, például ABEK-1, ill. ABEK-2) szűrőbetétet kell készenlétben tartani.

A légzőkészülékeket folyamatosan használatra kész állapotban kell tartani, részegységeit (pl.: hordkeret, tudóautomata, reduktor, gázpalack) a gyártó által előírt időközönként felülvizsgáltatni, cserélni kell. A felülvizsgálatokról, karbantartásokról szóló bizonylatokat meg kell őrizni a következő felülvizsgálati periódusban.





9. ábra: Országosan rendelkezésre álló légzésvédő eszközök, Forrás: önkéntes felmérés

### 2.3.1.2. Készenlétben tartott védőruházat

Az ammónia kiszabadulással járó üzemzavarok, események során szükséges üzemi intézkedések (pl.: elsődleges szakaszolás, zárás, sérült kimentés) megtételéhez **üzemeltetőnek a beavatkozási létszámhoz igazodó darabszámú, MSZ EN 943:2019 szabványnak tanúsítottan megfelelő vegyvédelmi védőruhával kell rendelkeznie**. A testfelszín ammónia elleni védelme terjedjen ki a láb és kézvédőre is!

A szükséges darabszám meghatározása során figyelemmel kell lenni a védőruhák karbantartási időszakaira is, amelynek értelmében a beavatkozási létszámon felül tartalék védőruhá(ka)t is készenlétben kell tartani. A beavatkozási létszám minimum 2 fő.

A védőruhákat folyamatosan használatra kész állapotban kell tartani, a gyártó által előírt időközönként felül kell vizsgáltatni, illetve cserélni kell. A felülvizsgálatokról szóló bizonylatokat meg kell őrizni a következő felülvizsgálati periódusban.

#### Szűrő típusú gázvédő ruhák:

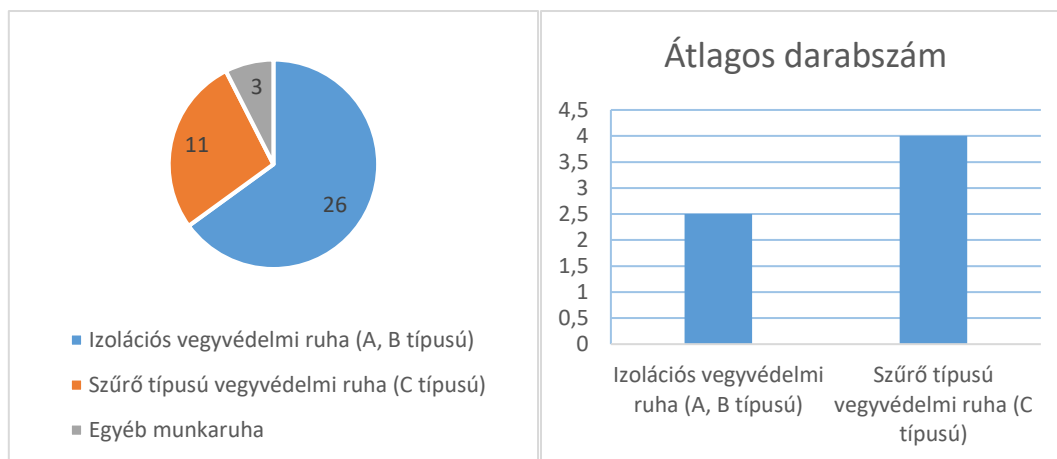
A **könnyű gázvédő ruhák** esetenként hatékonyabb beavatkozást tesznek lehetővé a nehéz gázvédő öltözetnél, felvételük gyorsabb, **de körültekintő tervezést igényelnek**. A könnyű (szűrő típusú) gázvédő ruhák ellenálló képességét a tervezett feladathoz kell megválasztani.

Az ismert gyártók jellemzően megadják termékeik áthatolási idejét mind ammónia gázra, mind cseppfolyós ammóniára. Olyan tervezett beavatkozásra, amely során a beavatkozó folyadék halmazállapotú anyaggal érintkezhet (pl.: vegyes halmazállapotú kiáramlásból ráfröccsenés), kizárólag olyan ruha tervezhető, amely ez ellen tanúsítottan véd.

A 10 perc alatti ellenálló képességgel rendelkező védőruhák (pl.: DuPont™ Tychem® 2000) kizárólag mentésre, menekülésre tervezhetők, beavatkozási feladatok ellátására nem.

Káresemények, illetve gyakorlatok során az elmúlt időszakban többször igazolást nyert, hogy a zárt típusú gázvédőruha felvétele kritikus pont, amelyet évente kettő alkalommal javasolt gyakorolni.

Szükség esetén a hivatásos katasztrófavédelmi szervek helyi, területi szervei közreműködése kezdeményezhető a védőfelszerelések, védőruhák helyes alkalmazásával összefüggő felkészítésben részvételre.



10. ábra: Országosan rendelkezésre álló vegyvédő ruhák, Forrás: önkéntes felmérés

## 2.3.2. Szaktechnikai eszközök

### 2.3.2.1. Ammónia lecsapására, gázfelhő körülhatárolására alkalmas eszközök

Az ammónia kiszabadulással járó üzemzavarok, események során szükséges üzemi intézkedések között **fel kell készülni a veszélyes anyag lecsapására, illetve a gázfelhő terjedését gátló (lassító) körülhatárolásra.**

A körülhatárolás elsődleges eszközei a fixen telepített esőztető berendezések, vagy a mobil/telepített vízpajzs szórófejek lehetnek.

Az ammónia lecsapására az üzemeltető által meghatározott kritikus pontoknál, különösen a nyomás alatt lévő berendezéseknél kiépített, távvezérléssel indítható fix (hálózati vízhálózatról üzemeltetett) esőztető rendszer tervezhető, amely működőképességét féléventként működési próbával kell ellenőrizni.

Az, hogy egy vízpajzs mekkora területet tud lefedni (horizontális és vertikális irányba) függ annak kialakításától és a rendelkezésre álló víznyomástól. A vízpajzsot kiegészítve a szórt sugár alkalmazása is megfelelő lehet a gáz elnyelésére, terjedésének megakadályozására, ha kellő számú, képzett személyzet áll rendelkezésre. Az erő- és eszközigényt mindig a helyi sajátosságok figyelembe vételével kell meghatározni, a „lehatárolási funkció” figyelembevételével. Ez a fenti eszközök alkalmazása, a terület elhelyezkedése, az épített környezet kialakítása és a tűzivíz hálózat minősége függvényében jelentősen változhat.

A körülhatárolás eszközeként szükséges készenlétben tartani:

- a kibocsátás 180 fokos körülhatárolására elegendő darabszámú, de legalább 3 db vízpajzs szórófejet, amelynek tápláló mérete „C” (52 mm), valamint a megtáplálásukhoz szükséges tömlőket, szerelvényeket;
- legalább 2 db porlasztott vízszugárképzésre alkalmas sugárcsővet;
- szélzsákokot.

A fenti szaktechnikai eszközök használatának rendszeres oktatására intézkedni kell.



11. ábra: Veszélyes anyag lecsapatasra, gázfelhő körülhatárolásra rendelkezésre álló eszközök, Forrás: önkéntes felmérés

### 2.3.2.2. Ammónia érzékelésre alkalmas telepített eszközök

Az ammóniagáz érzékelésére **telepített gázérzékelőket kell alkalmazni a gépházban, illetve olyan zárt épületrészekben, amelyben nyomás alatt van jelen ammónia gáz a berendezésekben, csővezetékben.**

A telepített érzékelőrendszer kiépítése kettős célt szolgál. Egyrészt egészségügyi szempontból az emberi tartózkodásra alkalmas térrészben már egész alacsony koncentráció esetén is vészjelzést kell adjon, illetve vészhelyzeti beavatkozást kell kezdeményezzen (MAK érték: 20 ppm, ERPG-1 érték: 25 ppm), másrészt alkalmasnak kell lennie a gyújtóforrást jelentő gépek, berendezések leállítására, áramtalanítására is tűzvédelmi szempontból.

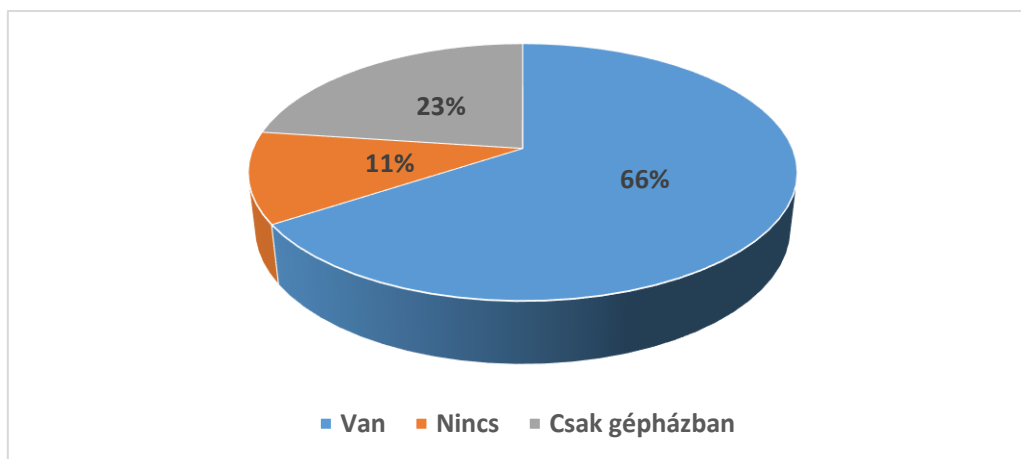
A telepített gázérzékelők tehát az egészségre káros koncentrációra figyelmeztetve adnak riasztási vészjelzést, amelynek érzékelése minden körülmények között legyen biztosított (többek között működő hűtőgépek zaja mellett is, például távoli riasztás, SMS, stb). Az érzékelővel ellátott helyiségeket indokolt fényjelzéssel (villanófény) ellátni a be- és kijáratok felett, kívül és belül.

Az érzékelők ezen túl az alsó robbanási határkoncentráció (ARH) 40 %-ánál kapcsolják le a nem robbanásbiztos villamos berendezéseket és indítsák el a vésszellőztető ventilátorokat.

A telepített gázérzékelőket a gyártói utasításoknak megfelelő időközönként, de legfeljebb évenként kalibrálni szükséges.

A telepített gázérzékelők riasztási jelzései kerüljenek automatikus naplózásra (informatikai szempontból változást követő, jogosultság kezelő, utólag nem módosítható naplózás). A riasztási napló archívumok legalább 1 évig legyenek elérhetők és visszakereshetők.

Az érzékelők által vezérelt vésszellőztető ventilátorok működőképesség ellenőrzése érdekében indokolt kialakítani tesztüzemi kézi kapcsolót is.



12. ábra: Ammónia érzékelésre alkalmas telepített eszközök, Forrás: önkéntes felmérés

### 2.3.2.3. Ammónia érzékelésre alkalmas mobil eszközök

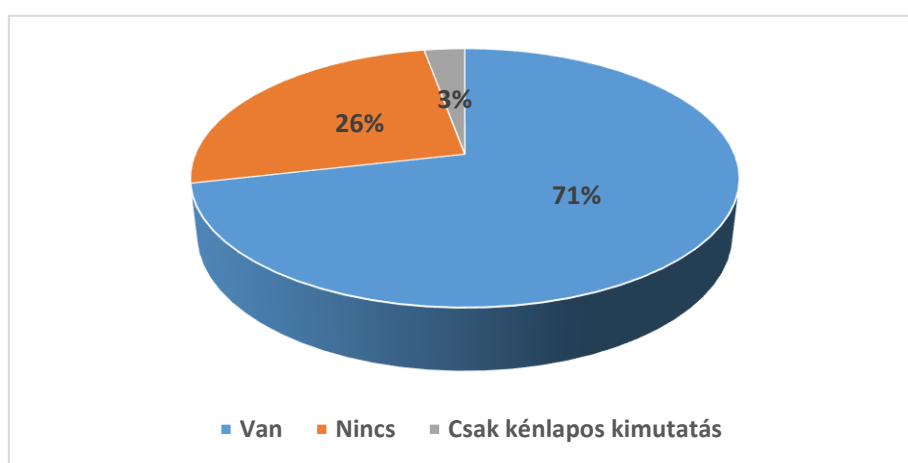
A rendszeres szivárgás ellenőrzés és az ammónia kiszabadulással járó események során szükséges üzemi intézkedések megtétele érdekében **készenlétben kell tartani ammónia érzékelésre alkalmas mobil eszközt.**

A mobil gázérezkelő legyen alkalmas digitális kimutatásra, egészségre káros koncentráció esetén riasztási jelzésadásra.

A kénlapos kimutatás (szivárgáskereső) önmagában nem alkalmas mennyiségi analízisre, csak a jelenlétet mutatja ki. Bár az ammónia szagküszöbértéke alacsony, érzékszervi úton nem lehet az egészségügyi határértékeket (pl.: MAK, ERPG) figyelemmel kísérni, így a szükséges biztonsági távolságok nem jelölhetők ki digitális műszer hiányában.

A mobil gázérezkelőket a gyártói utasításoknak megfelelő időközönként, de legfeljebb évenként kalibrálni szükséges.

Az ammónia hűtőközeg szivárgása jól észlelhető hő- és képalkotás elemzéssel. A hőmérsékletkülönbség okán a gázdetektoros felderítés jól kiegészíthető hőkamerás vizsgálattal.



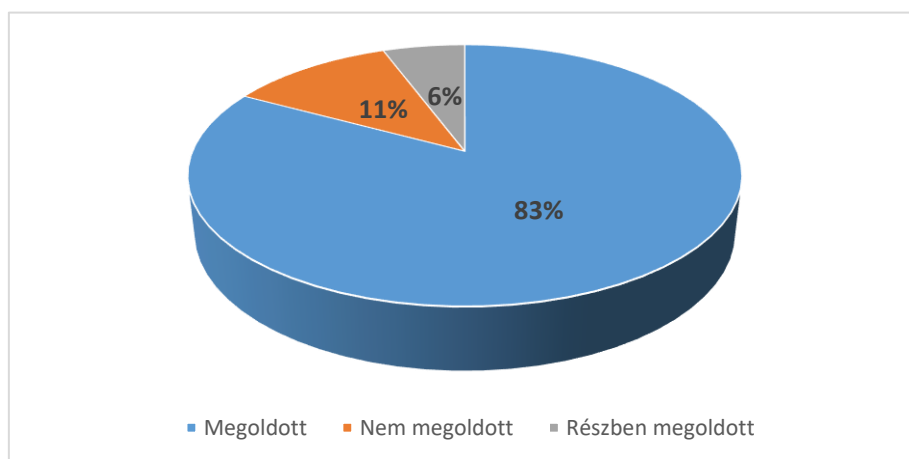
13. ábra: Mobil ammónia érzékelés eszközei országosan, Forrás: önkéntes felmérés

#### 2.3.2.4. A beavatkozás során használt, szennyezett víz gyűjtése

**Az ammónia kiszabadulással járó események elhárítása során keletkező szennyezett víz élő környezetbe jutását (felfogását, gyűjtését) megfelelő műszaki kialakítással meg kell gátolni.**

Ennek eszköze lehet:

- kármentő kialakítás,
- mobil kármentővel való körülhatárolás,
- csapadékvíz elvezető csatorna szakaszolása
  - o automatizált, távműködtetett szakaszolás,
  - o utolsó csatornaszem eltömődékelésével csak abban az esetben tervezhet az üzemeltető, ha annak személyi feltételei is adottak,
- érintett csatorna fedlapok vízzáróvá tétele,
- csatornaszifon alkalmazása (kisebb folyadék mennyiség kikerülése esetén).



14. ábra: Szennyezett víz gyűjtése, Forrás: önkéntes felmérés

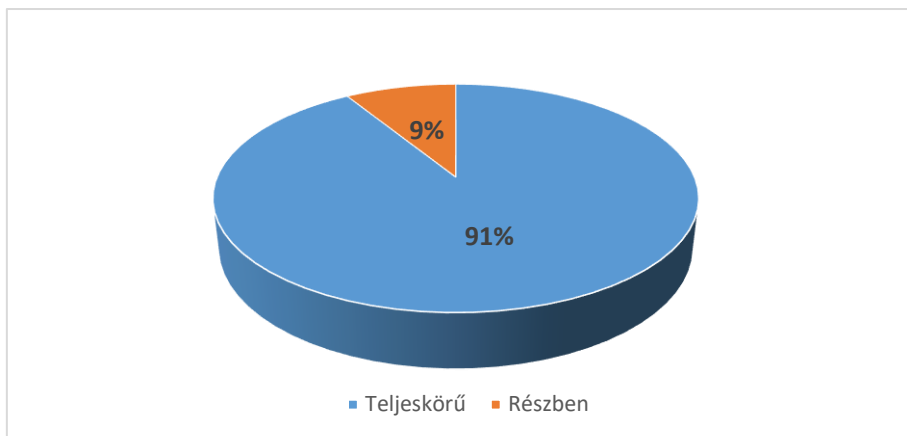
## 2.4. Dokumentációs környezetre vonatkozó feltételek

### 2.4.1. Aktualizált, naprakész műszaki dokumentáció

**A telephelyen rendelkezésre kell állnia a veszélyes üzem fizikai létesítményeinek és technológiai rendszereinek műszaki jellemzőit leíró dokumentációnak a mindenkor aktuális állapotról.**

A következő naprakész műszaki dokumentációnak minden esetben aktualizált formában a telephelyen rendelkezésre kell állnia:

- tervrajzok,
- P&ID ábrák,
- műszaki leírások,
- kezelési és karbantartási utasítások,
- jelenlévő veszélyes anyag (ammónia) kimutatása, leltára (a 219/2011. (X.20.) Korm. rendelet 13. § (6) bekezdése alapján)
- az utolsó ammónia beszállításokra, feltöltésekre, utántöltésekre vonatkozó bizonylatok, dokumentumok.



15. ábra: Aktualizált műszaki dokumentációk elérhetősége, Forrás: önkéntes felmérés

### 2.4.2. Megjelölés

A 2/1998. (I. 16.) MüM rendelet 9. § (1) bekezdés értelmében **a tartályokat és a láthatóan elhelyezett csővezetéseket**, amelyekben *a kémiai biztonságról szóló 2000. évi XXV. törvény és a CLP Rendelet* alapján veszélyesként osztályozott anyagokat vagy keverékeket tárolnak vagy szállítanak, **a CLP rendeletben meghatározott módon megfelelő veszélyt jelző piktogramot tartalmazó címkével kell ellátni.**

A vonatkozó szabvány [7] értelmében a csővezeték nemzeti kódok szerint színkóddal kell megjelölni. Korábban egy 2002-ben visszavont szabvány [8] tartalmazta a színkódokat, azonban ezeket jelenleg hatályos Magyar Szabvány nem részletezi. Legelterjedtebb jelölési módszer Európában a [9] szabvány szerinti jelölés.

A színjelölésen és CLP piktogramon kívül **alkalmazni kell a következő jelöléseket is:**

- 1) A csővezetéken a szelepek közelében és a falátvezetésekénél a tartalmat azonosító címkét kell elhelyezni a következő információkkal:
  - szállított anyag megnevezése,
  - áramlási irány,
  - hőmérséklettartomány,
  - folyadék/gáz fázis;
- 2) Meg kell jelölni azokat a záró szerelvényeket, amelyek lehetővé teszik a hűtőberendezés részeinek leválasztását:
  - egyedi azonosító (pl.: rozsdamentes fém azonosító táblákon kerüljön rögzítésre beütéssel),
  - nyitott/zárt állapot táblázása;
- 3) A lefúvató szelepek fejső vezetékeit meg kell jelölni;
- 4) A hűtőközeg és az ellátó vezetékek (gáz, levegő, víz, villamosság) fő elzáró-, szabályozó- és vezérlőkészülékeit funkciójuknak megfelelően, egyértelműen meg kell jelölni.

A megjelöléshez használt táblák/matricák legyenek a hűtőberendezések és fő részegységeiken jól látható módon a háttértől elkülönülő színben, rögzített állapotban elhelyezve. A megjelölésnek az időjárás viszontagságainak ellenálló és a tartósságát biztosító anyagból kell

készülnie, rögzítésüket úgy kell elvégezni (pl.: csővezetékre való felragasztás), hogy külső fizikai behatás esetén ne mozdulhassanak el.

A nemzetközi tapasztalatok, jó gyakorlatok alapján a fenti kritériumegyüttes teljesítésére alkalmazható például az amerikai *International Institute of Ammonia Refrigeration* intézet által az ammónia csővezetékrendszerek jelölésére kidolgozott módszer (*Ammonia Pipe Marking Guide*).

### 2.4.3. Műszaki napló

A vonatkozó szabvány [7] értelmében naprakészen kell vezetni a hűtőberendezés műszaki (gép) naplóját.

A naplóban a következő információkat kell feljegyezni:

- i. minden karbantartási és javítási munka részleteit;
- ii. minden alkalommal a betöltött (új, újra felhasznált vagy visszanyert) hűtőközeg mennyiségét, minőségét;
- iii. minden alkalommal a berendezésből lefejtett hűtőközeg mennyiségét;
- iv. a berendezés alkatrészeinek változtatását vagy cseréjét;
- v. a rendszeres rutinvizsgálatok eredményeit;
- vi. a jelentős állásidőket.

A naplót vagy a gépteremben kell tartani, vagy az adatokat az érdekelt fél számítógépében kell tárolni, egy kinyomtatott példányt pedig a gépteremben. Ebben az esetben az illetékes személy számára az információk karbantartáskor vagy felülvizsgálatkor legyenek hozzáférhetőek.

## 2.5. Normálüzemi ammónia fogyasztásra vonatkozó feltételek

A hűtőrendszer hűtőközeggel való utántöltését az üzemeltetési naplóban rögzíteni kell, minőségi és mennyiségi szempontból is.

Normál üzemmenet esetében (ide nem értve a karbantartásokat és egyéb leürítéssel járó folyamatokat) **évenkénti maximum 3% fogyás fogadható el** a rendszer gáztömör, biztonságos működési állapotának alátámasztásaként.

A normálüzemi fogyás mértéke nagyban függ a tervezett és nem tervezett karbantartásoktól, nyomástartó rendszerek vizsgálatától, a trendkövetésnek ezt figyelembe kell vennie. A nyomástartó rendszer vizsgálata esetén (lefejtés-visszafejtés) 10%-ot is elérheti az éves fogyás elfogadható mértéke. Figyelembe vehető ezen kívül, hogy a dugattyús kompresszorok szétszerelése során jelentős veszteséggel lehet számolni (szemben a csavarkompresszorokkal), illetve a meleg gázzal történő léghűtő jégtelenítés is jelentősebb fogyással jár. Ezen műveleteket a műszaknaplóban meg kell jelölni, így ezek meghívathatók a trendelemzés során.

A [7] Magyar szabvány értelmében nagy szivárgási sebesség nem fogadható el, intézkedni kell minden észlelt szivárgás megszüntetésére.

Növekvő tendenciájú ammónia fogyás esetén indokolt egyre gyakoribb műszaki állapot nyomonkövetést alkalmazni.

### 3. Felhasznált irodalom

- [1] Plant Ageing Study Phase 1 Report, HSE, UK, 2010.
- [2] MSZ 14399:1980, Magyar szabvány, Technológiai, műveleti, kezelési és karbantartási utasítások munkavédelmi követelményei
- [3] BM OKF Útmutató a műszaki állapot nyomon követéssel és a karbantartással kapcsolatos biztonsági irányítási rendszer elemek hatékony kialakításához és működtetéséhez, 2020.
- [4] Industrial installation ageing management - Refinery piping benchmark, INERIS, 2010
- [5] MSZ EN 378-4, Magyar szabvány, Hűtőrendszerek és hőszivattyúk, Biztonsági és környezetvédelmi követelmények, 4. rész: Üzemeltetés, karbantartás, javítás és visszanyerés
- [6] MSZ EN 378-3, Magyar szabvány, Hűtőrendszerek és hőszivattyúk, Biztonsági és környezetvédelmi követelmények, 3. rész: A telepítés helye és a személyek védelme
- [7] MSZ EN 378-2, Magyar szabvány, Hűtőrendszerek és hőszivattyúk, Biztonsági és környezetvédelmi követelmények, 2. rész: Tervezés, gyártás, vizsgálat, megjelölés és dokumentáció
- [8] MSZ 2980:1987, Magyar szabvány, Csővezetékek azonosító jelölése
- [9] DIN 2403:2018-10, Német szabvány, Csővezetékek azonosítása a szállított folyadék alapján
- [10] MSZ EN 378-1, Magyar szabvány, Hűtőrendszerek és hőszivattyúk, Biztonsági és környezetvédelmi követelmények, 1. rész: Alapkövetelmények, fogalom meghatározások, osztályozás és kiválasztási kritériumok
- [11] Dealing with Aging Process Facilities and Infrastructures, CCPS, 2018.

#### Hivatkozott jogszabályok:

2/1998. (I. 16.) MüM rendelet a munkahelyen alkalmazandó biztonsági és egészségvédelmi jelzésekről

34/2021. (VII. 26.) ITM rendelet egyes ipari és kereskedelmi tevékenységek gyakorlásához szükséges képesítésekről, valamint egyes műszaki szabályozási tárgyú miniszteri rendeletek módosításáról

219/2011. (X.20.) Korm. rendelet a veszélyes anyagokkal kapcsolatos súlyos balesetek elleni védekezésről

CLP rendelet az anyagok és keverékek osztályozásáról, címkézéséről és csomagolásáról, a 67/548/EGK és az 1999/45/EK irányelv módosításáról és hatályon kívül helyezéséről, valamint az 1907/2006/EK rendelet módosításáról szóló, 2008. december 16-i 1272/2008/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet