

# Zalecenia bezpieczeństwa dla instalacji kriogenicznych



# Podstawowe zalecenia bezpieczeństwa dla prawidłowej eksploatacji instalacji kriogenicznych

## Spis treści

|        |                                                                                                 |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.     | Wprowadzenie                                                                                    | 3  |
| 1.1.   | Budowa instalacji kriogenicznej                                                                 | 3  |
| 2.     | Ogólne informacje dotyczące bezpieczeństwa                                                      | 4  |
| 3.     | Główne zagrożenia związane z użytkowaniem instalacji kriogenicznych                             | 4  |
| 3.1.   | Ekstremalnie niskie temperatury                                                                 | 4  |
| 3.1.1. | Odmrożenia tkanek ludzkich lub inaczej „oparzenia kriogeniczne”                                 | 4  |
| 3.1.2. | Kruchość lub kruchość niskotemperaturowa materiałów                                             | 5  |
| 3.2.   | Uduszenie i zatrucie                                                                            | 6  |
| 3.2.1. | Monitorowanie atmosfery                                                                         | 6  |
| 3.2.2. | Azot – szczególne środki ostrożności                                                            | 7  |
| 3.2.3. | Dwutlenek węgla – szczególne środki ostrożności                                                 | 8  |
| 3.2.4. | Wentylacja i uzupełnienie powietrza                                                             | 8  |
| 3.3.   | Zwiększenie ciśnienia / eksplozja                                                               | 9  |
| 4.     | Plany dotyczące postępowania w sytuacji awaryjnej                                               | 9  |
| 5.     | Oznakowanie urządzeń i pomieszczeń                                                              | 11 |
| 5.1.   | Oznakowania umieszczone przed wejściem do pomieszczenia z urządzeniem kriogenicznym             | 11 |
| 5.2.   | Oznakowania umieszczone na urządzeniu kriogenicznym                                             | 11 |
| 5.3.   | Oznakowania umieszczone przy lampie sygnalizacyjnej i centralce systemu monitorowania atmosfery | 12 |

Informacje zawarte w tym dokumencie mają charakter ogólny i mogą nie być dokładne w odniesieniu do wszystkich okoliczności i sytuacji, które mogą wystąpić, tym samym nie stanowią kompletnej informacji w zakresie bezpieczeństwa instalacji kriogenicznych. Air Liquide nie składa żadnych oświadczeń ani nie gwarantuje dokładności, kompletności, przydatności, aktualności ani zrozumiałości informacji zawartych w niniejszych zaleceniach i nie ponosi żadnej odpowiedzialności wynikającej z wykorzystania informacji zawartych w niniejszych zaleceniach. Ponadto Air Liquide WYRAŹNIE WYŁĄCZA WSZELKIE GWARANCJE (w zakresie dozwolonym przez prawo), W TYM (LECZ NIE OGRANICZONE DO) GWARANCJI PRZYDATNOŚCI HANDLOWEJ ORAZ GWARANCJI PRZYDATNOŚCI JAKIEGOKOLWIEK PRODUKTU DOSTARCZANEGO PRZEZ AIR LIQUIDE DO OKREŚLONEGO CELU. Niniejsze zalecenia nie rozstrzygają również kwestii prawnych ani nie stanowią źródła prawa – rozwiązywaniem szczegółowych problemów prawnych powinni zajmować się wykwalifikowani doradcy lub specjaliści z dziedziny, której zagadnienie dotyczy.

Niniejszy dokument nie eliminuje potrzeby przeprowadzenia oceny ryzyka, nie zastępuje ani nie uchyla wymogu odbycia szkolenia stanowiskowego wymaganego przez przepisy BHP. Aby uzyskać więcej informacji należy skontaktować się z przedstawicielem Air Liquide. Korzystanie z niniejszego dokumentu przez osoby trzecie, w tym wykonawców i podwykonawców Air Liquide, odbywa się na własne ryzyko. Niniejszy dokument ma charakter informacyjny, a Air Liquide nie ponosi żadnej odpowiedzialności w związku z informacjami w nim zawartymi, w tym za jakiegokolwiek pominięcia i nieścisłości. Korzyści wynikające z niniejszego wyłączenia odpowiedzialności przysługują Air Liquide i jej podmiotom powiązanym.

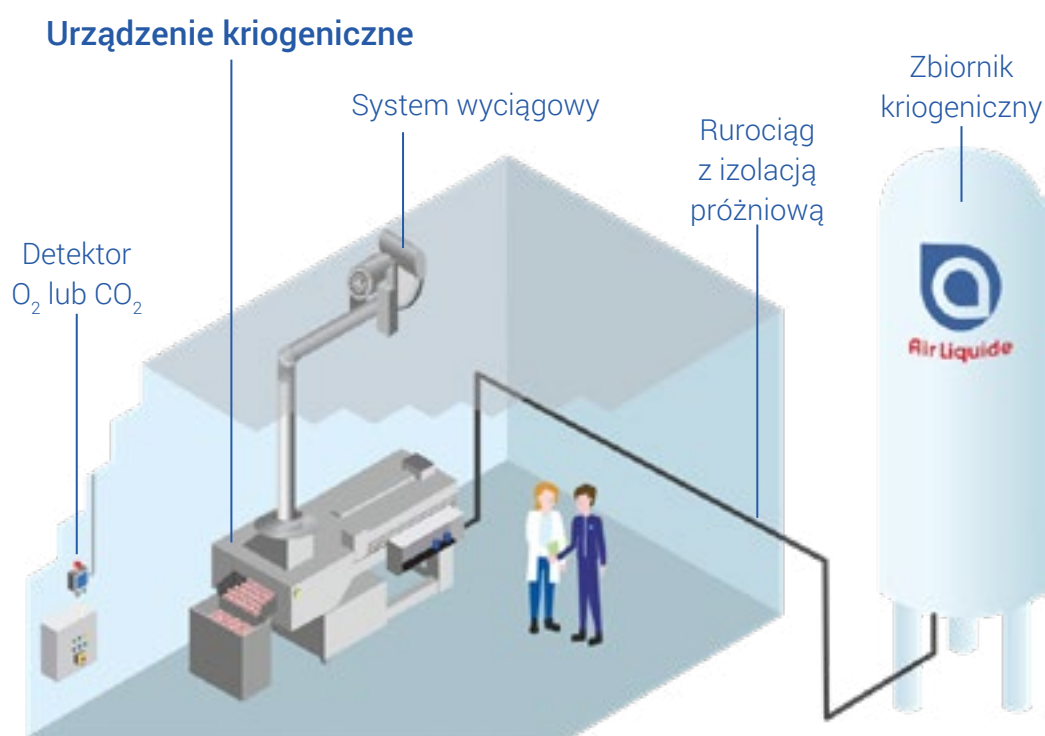
# 1. Wprowadzenie

Korzystanie z instalacji kriogenicznych wymaga zastosowania szczególnych środków ochrony w celu zapewnienia bezpieczeństwa pracowników. Niniejszy dokument przedstawia niektóre z kluczowych aspektów, które powinny zostać wdrożone i opanowane przez użytkownika przed pierwszym przystąpieniem do obsługi instalacji kriogenicznej.

## 1.1 Budowa instalacji kriogenicznej

Instalacja kriogeniczna składa się z następujących elementów:

- zbiornik magazynowy cieczy kriogenicznej,
- rurociąg kriogeniczny, łączący zbiornik magazynowy z urządzeniem kriogenicznym,
- urządzenie kriogeniczne, wykorzystującego do pracy czynnik kriogeniczny,
- system wyciągowy,
- system monitorujący atmosferę (system detekcji tlenu lub dwutlenku węgla).



## 2. Ogólne informacje dotyczące bezpieczeństwa

Wszystkie osoby mające do czynienia z instalacją kriogeniczną oraz jej elementami pomocniczymi, a w szczególności obsługą, transportem i konserwacją muszą być zapoznane z instrukcją opracowaną przez producenta oraz instrukcjami szczegółowymi i wskazówkami dotyczącymi bezpieczeństwa i higieny pracy na konkretnym stanowisku pracy opracowanych przez użytkownika instalacji.

Instrukcje szczegółowe powinny być opracowane na podstawie obowiązujących przepisów, instrukcji producenta instalacji, oceny ryzyka zawodowego oraz innych i powinny zawierać m.in. takie informacje jak (ale nie ograniczając się do):

- podstawowe warunki bezpieczeństwa,
- czynności przed rozpoczęciem pracy,
- zasady i sposoby bezpiecznego wykonywania prac,
- czynności po zakończeniu pracy,
- zasady postępowania w sytuacjach awaryjnych stwarzających niebezpieczeństwo (w tym pierwsza pomoc),
- czynności zabronione.

## 3. Główne zagrożenia związane z użytkowaniem instalacji kriogenicznych

### 3.1 Ekstremalnie niskie temperatury



Ekstremalnie niskie temperatury są charakterystyczne dla gazów kriogenicznych. Przykładowo:

- **ciekły azot: -196°C,**
- **dwutlenek węgla / suchy lód: -79°C.**

Wiąże się to z dwoma bezpośrednimi zagrożeniami:

- odmrożeniami tkanek ludzkich lub inaczej „oparzeniami kriogenicznymi”,
- kruchością lub kruchością niskotemperaturową materiałów (stal węglowa, plastik, guma itp.).

#### 3.1.1 Odmrożenia tkanek ludzkich lub inaczej „oparzenia kriogeniczne”

Zagrożenia te można ograniczyć poprzez stosowanie odpowiednich środków ochrony indywidualnej oraz przestrzeganiem zasad BHP przy pracy z czynnikiem kriogenicznym.

Pracownicy mogą być narażeni na działanie środowiska, w którym używane są gazy kriogeniczne, prace z suchym lodem, lub kontakt z elementami bądź produktami schłodzonymi do niskich temperatur. W takich sytuacjach konieczne jest stosowanie odpowiednich środków ochrony indywidualnej (PPE).

Poniżej przedstawiono zestaw wymaganych środków ochrony, które powinny być używane podczas obsługi instalacji:



- **Rękawice kriogeniczne**

Należy je nosić przez cały czas pracy z przedmiotami, które miały kontakt z gazami kriogenicznymi i ich oparami, w tym głęboko mrożonymi produktami.

Większość urządzeń kriogenicznych (np. tuneli kriogenicznych) jest izolowana, chociaż niektóre części urządzeń mogą pozostać zimne. W przypadku kontaktu z urządzeniem kriogenicznym należy nosić odpowiednie rękawice ochronne.



- **Obuwie ochronne**

Urządzenia kriogeniczne Air Liquide zostały zaprojektowane z myślą o maksymalnym bezpieczeństwie użytkownika. Obuwie ochronne należy nosić w przypadku awarii jakiegokolwiek ciężkiej części, ale także w celu ochrony przed (mało prawdopodobnym) rozpryskiem cieczy kriogenicznej.



- **Długie spodnie**

Spodnie bez mankietów należy nosić przez cały czas i nie wsuwać ich w buty.



- **Kurtka** powinna zakrywać ramiona i klatkę piersiową.

- **Okulary**, jeśli istnieje możliwość rozprysku.

Ocena ryzyka zawodowego wykonana przez pracodawcę lub użytkownika instalacji jest dokumentem nadrzędnym, który określa konieczność stosowania konkretnych środków ochrony indywidualnej. Należy ją przeprowadzić zgodnie z obowiązującymi przepisami i na jej podstawie dostosować wyposażenie ochronne do specyfiki danej pracy.

### 3.1.2 Kruchość lub kruchość niskotemperaturowa materiałów (stal węglowa, plastik, guma itp.)

Niektóre materiały wystawione na działanie gazów kriogenicznych mogą stać się kruche do tego stopnia, że mogą nagle i łatwo pęknąć, powodując poważne lub nawet śmiertelne zagrożenie.

Wiele materiałów nie nadaje się do pracy w warunkach kriogenicznych, w szczególności stal węglowa, stal niskowęglowa, stal miękka. Austenityczna stal nierdzewna jest materiałem preferowanym w zastosowaniu gazów kriogenicznych. W razie wątpliwości należy skontaktować się z Air Liquide.

W przypadku instalacji będącej własnością klienta, projekt instalacji i dobór materiałów muszą być odpowiednie dla zastosowania cieczy kriogenicznej, od zbiornika magazynowego cieczy do punktu(-ów) poboru gazu.

#### Środki ostrożności



Zaleca się, aby taka instalacja została sprawdzona przez Air Liquide. Zdecydowanie zaleca się również informowanie Air Liquide o wszelkich zmianach, które mają zostać wykonane na instalacji oraz o wszelkich istotnych zmianach w układzie budynku związanych z wyposażeniem (na przykład zmiany położenia ścian).

Aby zminimalizować zagrożenie kruchości, należy przestrzegać kilku kluczowych zasad:

- **Projekt i budowa instalacji**

Kluczowe jest odpowiednie zaprojektowanie i budowa instalacji oraz zastosowanie materiałów odpornych na kruchość niskotemperaturową. Aby uniknąć potencjalnych błędów, zaleca się konsultację z ekspertami w dziedzinie kriogeniki.

- **Procedury eksploatacyjne**

Pracownicy powinni być przeszkoleni w stosowaniu właściwych procedur eksploatacyjnych. Należy przestrzegać wytycznych dotyczących bezpiecznego obchodzenia się z cieczami kriogenicznymi. Procedury eksploatacyjne powinny być dostosowane do warunków ryzyka występującego w miejscu pracy instalacji.

- **Oznakowanie urządzeń**

Urządzenia pracujące z cieczami kriogenicznymi powinny być oznaczone odpowiednimi znakami ostrzegawczymi. To pomaga zwiększyć świadomość pracowników i minimalizuje ryzyko niebezpiecznych sytuacji.



Dzięki tym środkom można skutecznie zminimalizować ryzyko związanego z pracą z cieczami kriogenicznymi. Pamiętajmy o bezpieczeństwie i przestrzegajmy zaleceń bezpieczeństwa!

## 3.2 Uduszenie i zatrucie



### Ryzyko anoksji i zatrucia dwutlenkiem węgla

Gazy kriogeniczne, takie jak skroplony azot czy dwutlenek węgla, są obojętne, co oznacza, że nie podtrzymują życia. W powietrzu występują w następujących proporcjach:

- **azot ( $N_2$ )**: około **78%**,
- **dwutlenek węgla ( $CO_2$ )**: około **0,04%**.

Tlen ( $O_2$ ) stanowi około 20,9% atmosfery i jest niezbędny do podtrzymania życia ludzkiego.

Gazy obojętne mogą prowadzić do uduszenia poprzez wyparcie tlenu z powietrza. W pomieszczeniach ryzyko jest większe ze względu na szybką przemianę fazową cieczy w gaz. Te gazy są **bezwonne i bezbarwne**, stąd pracownicy mogą nie zdawać sobie sprawy z obecności atmosfery ubogiej w tlen. Dlatego stosowanie detektorów gazu jest obowiązkowe.

Aby ograniczyć ryzyko uduszenia, ważne jest odpowiednie zaprojektowanie instalacji i stosowanie urządzeń ochronnych. **Szybkie rozprężanie gazu podczas przemiany fazowej (z cieczy w gaz) zwiększa prawdopodobieństwo uduszenia.**

Dwutlenek węgla może również prowadzić do zatrucia. **Nadmiar  $CO_2$  w powietrzu powoduje niedobór tlenu**, a organizm nie może skutecznie usuwać szkodliwych gazów. Zatrucie  $CO_2$  może być równie niebezpieczne jak zatrucie czadem ( $CO$ ).

### 3.2.1 Monitorowanie atmosfery

Zagrożenia związane z atmosferą **ubogą w tlen lub wzbogaconą w  $CO_2$**  oraz niewłaściwym obchodzeniem się z cieczami kriogenicznymi są najczęściej związane z instalacją i obsługą sprzętu do zastosowań kriogenicznych, który jest używany w zamkniętych lub półzamkniętych obszarach.

Budynki, w których zainstalowane są urządzenia aplikacyjne, muszą być wyposażone w system monitorowania gazu składający się z:

- stacjonarnego detektora tlenu dla instalacji wykorzystującej azot,
- stacjonarnego detektora dwutlenku węgla dla instalacji wykorzystującej dwutlenek węgla.

Detektory powinny być zainstalowane w tym samym pomieszczeniu, gdzie punkt poboru cieczy kriogenicznej i starannie rozmieszczone przez profesjonalistę, aby zapewnić najlepszą ochronę. **System monitorujący atmosferę powinien posiadać zarówno wizualne, jak i dźwiękowe sygnały alarmowe.** Te środki bezpieczeństwa można łączyć z użyciem osobistych detektorów gazu.

Przed wejściem do pomieszczenia, w którym zainstalowane jest urządzenie kriogeniczne, zaleca się umieszczenie sygnalizatora z systemem detekcji gazów. Sygnalizator ten powinien informować o aktualnym stanie powietrza w pomieszczeniu. Ponadto, system sygnalizacji powinien umożliwiać przeprowadzenie testu przed każdym wejściem do pomieszczenia. Miejsce lub przycisk służący do wykonania testu powinien być wyraźnie oznaczony i opisany, na przykład: "Uwaga!". Przed rozpoczęciem pracy lub powrotem po dłuższej przerwie, każdorazowo należy wykonać test sygnalizacji. System detekcji gazów musi być również wyposażony w zasilanie awaryjne, które zapewni jego działanie przez co najmniej 30 minut w przypadku awarii zasilania głównego.

### Odcięcie dopływu ciekłego gazu do urządzenia

ZAWSZE należy upewnić się, że każda osoba pracująca w pobliżu instalacji kriogenicznej może zlokalizować ręczny zawór odcinający znajdujący się przed urządzeniem kriogenicznym oraz przycisk zdalnego awaryjnego zamykania zaworu odcinającego zbiornika magazynowego.

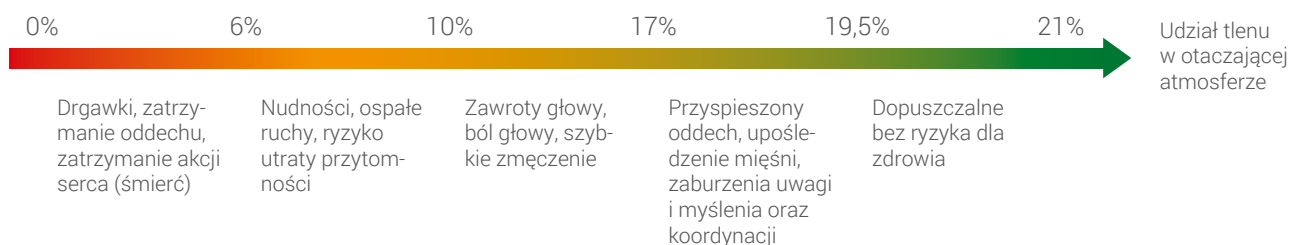
W przypadku spadku zawartości tlenu lub zwiększenia poziomu dwutlenku węgla ponad ustalone wartości system monitorowania atmosfery musi odciąć dopływ ciekłego gazu do budynku poprzez zamknięcie automatycznego zaworu odcinającego przy zbiorniku magazynowym oraz na urządzeniu kriogenicznym.

### 3.2.2 Azot – szczególne środki ostrożności

W każdym pomieszczeniu, gdzie wykorzystywany jest ciekły azot, należy zainstalować stacjonarny detektor tlenu. Urządzenie to powinno być umiejscowione w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca poboru azotu. Dla zapewnienia bezpieczeństwa, detektor powinien być nastawiony na następujące poziomy alarmowe:

- **poziom 19,5%:** aktywacja alarmu dźwiękowego i wizualnego,
- **poniżej 19,5%:** należy sprawdzić działanie systemów wentylacji mechanicznej oraz układu wymiany powietrza w pomieszczeniu; dodatkowo konieczne jest zweryfikowanie funkcjonowania urządzenia kriogenicznego,
- **poziom 18%:** automatyczne odcięcie dopływu azotu, intensyfikacja działania systemu wyciągowego oraz ewakuacja pomieszczenia lub całego zakładu.

Zaleca się również umieszczenie odpowiednich oznaczeń bezpieczeństwa i instrukcji obsługi w widocznym miejscu przy stacjonarnych detektorach tlenu.



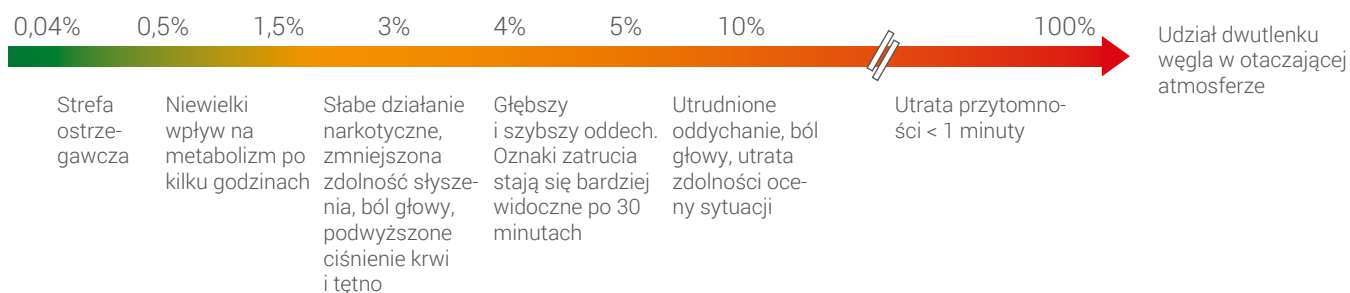
### 3.2.3 Dwutlenek węgla – szczególne środki ostrożności

Dwutlenek węgla, będący naturalnym produktem metabolizmu człowieka, odgrywa kluczową rolę w procesie wymiany gazowej w płucach. Jako część naturalnego środowiska chemicznego organizmu, uczestniczy w oddychaniu, krążeniu i reakcjach naczyniowych. Jednakże, ekspozycja na podwyższony poziom dwutlenku węgla może prowadzić do poważnych zakłóceń tych procesów, co z kolei może skutkować załamaniem metabolizmu.

W związku z tym, w pomieszczeniach, gdzie stosowany jest dwutlenek węgla, konieczne jest zainstalowanie dedykowanego detektora CO<sub>2</sub>. Detektor ten powinien być nastawiony na wykrywanie określonych poziomów koncentracji gazu, aby zapobiec ryzyku zatrucia:

- **poziom 0,5%:** aktywacja alarmu dźwiękowego i wizualnego,
- **poziom powyżej 0,5%:** sprawdzenie działania systemów wentylacji mechanicznej oraz układu wymiany powietrza w pomieszczeniu, a także sprawdzenie funkcjonowania urządzeń kriogenicznych,
- **poziom 1,5%:** ewakuacja pomieszczenia.

Zaleca się również umieszczenie odpowiednich oznaczeń i instrukcji obsługi w pobliżu stacjonarnych detektorów dwutlenku węgla, aby ułatwić szybką reakcję w przypadku zagrożenia.



### 3.2.4 Wentylacja i uzupełnienie powietrza

Aby zapewnić dobrą jakość powietrza w pomieszczeniu, w którym znajduje się miejsce poboru gazu, konieczne jest prawidłowe zaprojektowanie i stosowanie systemu wyciągowego odprowadzającego nieprzerwanie podczas działania urządzenia kriogenicznego odparowane gazy na zewnątrz budynku. **NIGDY nie należy używać urządzenia kriogenicznego bez sprawnie działającego systemu wyciągowego.** W razie wątpliwości należy skontaktować się z Air Liquide.

#### Wentylacja (wymiana powietrza)

W większości przypadków system wyciągowy oprócz odparowanego czynnika kriogenicznego usuwa część powietrza z pomieszczenia produkcyjnego. Istnieje więc konieczność doprowadzenia świeżego powietrza w ilości kompensującej ubytek. Krotność wymiany powietrza powinna być dostosowana do kubatury pomieszczenia i uwzględniająca rodzaj instalacji.

### 3.3 Zwiększenie ciśnienia / eksplozja



Ciecze kriogeniczne są znane z ich zdolności do szybkiego rozszerzania się podczas przemiany fazowej z cieczy w gaz przy ciśnieniu atmosferycznym wynoszącym 1 atm.

Przykładowo:

- **1 litr ciekłego azotu** odparowuje do **700 litrów** gazowego azotu,
- **1 litr ciekłego dwutlenku węgla** przekształca się w **500 litrów** gazowego dwutlenku węgla.

Takie zjawisko może prowadzić do ryzyka pęknięcia zamkniętego rurociągu lub innych urządzeń, jeżeli ciecz kriogeniczna zostanie zablokowana w zamkniętej przestrzeni. Jest to istotne zagrożenie, które należy uwzględnić przy projektowaniu i eksploatacji systemów wykorzystujących ciecze kriogeniczne.



#### Środki ostrożności

Projekt instalacji kriogenicznej jest kluczowym elementem zapewnienia bezpiecznej i efektywnej pracy z ciekłymi gazami. Oto kilka ważnych kwestii, które warto uwzględnić:

- **Zatwierdzenie projektu przez profesjonalistę:** Przed przystąpieniem do wykonania instalacji należy skonsultować się z ekspertem w dziedzinie kriogeniki. Profesjonalista oceni projekt pod kątem bezpieczeństwa i zgodności z normami.
- **Nadmiarowe zawory bezpieczeństwa:** W każdej części instalacji, gdzie istnieje możliwość zamknięcia cieczy kriogenicznych (np. zawór), zaleca się zainstalowanie **dwóch zaworów bezpieczeństwa**. To zapobiegnie sytuacjom awaryjnym i umożliwi bezpieczne wyłączenie instalacji w razie potrzeby.
- **Odprowadzenie wylotów z zaworów bezpieczeństwa:** Odpowietrzniki zaworów bezpieczeństwa powinny być wyprowadzone w **bezpieczną lokalizację**, z dala od obszarów, gdzie mogą stanowić zagrożenie. Rury odprowadzające gaz powinny być odpowiednio oznakowane i zabezpieczone.
- **Kontakt z firmą Air Liquide:** Przed dokonaniem jakichkolwiek modyfikacji w instalacji (np. dodanie/usunięcie kolanek, segmentów rurociągów, zaworów), zawsze warto skonsultować się z firmą Air Liquide. To pozwoli uniknąć potencjalnych problemów i zagrożeń.

Pamiętajmy, że prawidłowo zaprojektowana i utrzymana instalacja kriogeniczna to klucz do bezpiecznej pracy z ciekłymi gazami.

## 4. Plany dotyczące postępowania w sytuacji awaryjnej

Każdy użytkownik instalacji powinien opracować własne plany dotyczące postępowania w sytuacji awaryjnej. Poniżej przedstawiamy ważne aspekty, które należy wziąć pod uwagę.

**W przypadku podejrzenia uduszenia**, wysokiego stężenia dwutlenku węgla lub awarii automatycznego systemu bezpieczeństwa, należy podjąć następujące kroki:

- włączyć alarm, jeśli nie jest jeszcze aktywny i jesteśmy w jego zasięgu,
- przeprowadzić ewakuację,
- odciąć dopływ cieczy kriogenicznej (zamykając zawór na zbiorniku),
- jeśli to możliwe, zwiększyć działanie systemu wyciągowego do maksimum oraz otworzyć drzwi i okna, aby zapewnić dopływ świeżego powietrza.



W sytuacji, gdy **osoba odczuwa brak tlenu**:

- należy jak najszybciej przenieść ją do obszaru z normalną atmosferą, o ile jest to bezpieczne,
- jeśli poszkodowany nie oddycha, niezwłocznie przystąpić do sztucznego oddychania lub resuscytacji krążeniowo-oddechowej (CPR) w bezpiecznym miejscu.

Jeżeli ktoś jest **nieprzytomny w pomieszczeniu z podejrzeniem uduszenia**:

- nie wolno wchodzić do środka w celu ratunku, aby uniknąć utraty przytomności,
- zastosować wcześniej opisaną procedurę ewakuacyjną i oczekiwać na pomoc,
- zamknąć główny zawór na zbiorniku,
- skaskadować ustawienia zaworów bezpieczeństwa.

**W kontakcie z ciekłymi gazami kriogenicznymi:**

- pracownicy nie powinni mieć bezpośredniego kontaktu z ciekłymi gazami kriogenicznymi, jeśli przestrzegane są wszystkie procedury,
- w przypadku odmrożenia, należy podjąć następujące działania:
  - niezwłocznie zgłosić się do lekarza,
  - zdjąć nie zamrożoną odzież, która mogłaby ograniczyć krążenie w odmrożonym obszarze; nie usuwać zamrożonej odzieży ani innych materiałów, czekać na pomoc medyczną,
  - nie pocierać odmrożonych tkanek,
  - jak najszybciej przenieść poszkodowanego do ciepłego pomieszczenia,
  - jeśli to możliwe, umieścić dotknięte obszary ciała w średnio ciepłej wodzie o temperaturze poniżej 40°C, najlepiej używając zimnej wody z kranu przez pierwsze 20 minut,
  - nie używać bardzo ciepłej wody ani suszarki,
  - w przypadku długotrwałego narażenia na niską temperaturę, bezzwłocznie zgłosić się do lekarza i rozpocząć leczenie przeciwko hipotermii.

Dodatkowa uwaga:

- przydatne może być dostarczenie personelowi medycznemu kart charakterystyki stosowanych gazów kriogenicznych.

W przypadku awarii instalacji:

- należy natychmiast ewakuować cały personel z obiektu, korzystając z najbliższego wyjścia awaryjnego,
- zamknąć zawór zasilający na zbiorniku,
- nie wchodzić do obszaru produkcyjnego, jeśli alarmy są nadal aktywne.

---

*Zalecana lektura uzupełniająca:*

Wytyczne dotyczące bezpiecznej instalacji i użytkowania urządzeń kriogenicznych do mrożenia i chłodzenia żywności, dokument EIGA nr 174/21 (dostępny bezpłatnie w internecie)

Karta charakterystyki dla ciekłego azotu, dostępna na stronie internetowej Air Liquide

Karta charakterystyki dla dwutlenku węgla, dostępna na stronie internetowej Air Liquide

## 5. Oznakowanie urządzeń i pomieszczeń

### 5.1 Oznakowania umieszczone przed wejściem do pomieszczenia z urządzeniem kriogenicznym

Oznakowanie zagrożeń wraz z definicją oznaczeń

Przykład:

#### ZAGROŻENIA



Poparzenia zimnem  
Odmrożenia



Niebezpieczeństwo uduszenia

### 5.2 Oznakowania umieszczone na urządzeniu kriogenicznym

Oznakowanie zagrożeń (do wyboru zgodnie z zagrożeniem)

Przykłady piktogramów:



## 5.3 Oznakowania umieszczone przy lampie sygnalizacyjnej i centralce systemu monitorowania atmosfery

Przykład:



### Wskazania detektora dwutlenku węgla



#### Miganie lampy

Zawartość dwutlenku węgla wyższa niż 0,5%



**Powiadom przełożonego**



#### Miganie lampy i sygnał dźwiękowy

Zawartość dwutlenku węgla wyższa niż 1,5%



**NATYCHMIASTOWA EWAKUACJA**



**Powiadom przełożonego**



### Wskazania detektora tlenu



#### Alarm wizualny

Poziom tlenu poniżej 19,5%



**Powiadom przełożonego**



#### Alarm wizualny i dźwiękowy

Poziom tlenu poniżej 18%



**NATYCHMIASTOWA EWAKUACJA**



**Powiadom przełożonego**



## Kontakt

Air Liquide Polska Sp. z o.o.  
ul. Jasnogórska 9, 31-358 Kraków  
tel.: +48 12 627 93 00  
e-mail: [airliquide.polska@airliquide.com](mailto:airliquide.polska@airliquide.com)

[pl.airliquide.com](http://pl.airliquide.com)



Grupa Air Liquide, obecna w 60 krajach, zatrudniająca około 66 500 pracowników i obsługująca ponad 4 miliony klientów i pacjentów, jest światowym liderem w dziedzinie gazów, technologii i usług dla przemysłu i ochrony zdrowia.