

# INSTRUKCJA OBSŁUGI

## Rurociągu przesyłowego izolowanego próżniowo do mediów kriogenicznych



**Przed przystąpieniem do obsługi i eksploatacji instalacji personel obsługujący powinien być przeszkolony.**

Wrocław 2023



## Spis treści

1. Informacje ogólne .....	3
1.1. Przeznaczenie rurociągu izolowanego próżniowo (VIP) .....	3
1.2. Uwagi Ogólne .....	3
1.3. Główne wytyczne dotyczące BHP .....	4
1.3.1. Wymagania BHP przy pracy z rurociągiem VIP .....	5
2. Charakterystyka techniczno-eksploatacyjna rurociągu izolowanego próżniowo .....	5
2.1. Budowa VIP .....	5
2.2. Opis połączeń .....	7
2.3. Elementy dodatkowe .....	8
3. Obsługa rurociągu VIP .....	9
3.1. Czynności przygotowawcze .....	9
3.2. Schładzanie rurociągu VIP .....	10
3.3. Normalna praca .....	10
3.4. Zakończenie pracy z rurociągiem .....	11
4. Zakłócenia w pracy rurociągu .....	11
5. Obsługa serwisowa .....	12

**DATA: 28.04.2023**

**Zatwierdził: Piotr Grzegory**



## 1. Informacje ogólne

### 1.1 Przeznaczenie rurociągu izolowanego próżniowo (VIP)

Rurociąg izolowany próżniowo przeznaczony jest do przesyłu mediów kriogenicznych takich jak azot, argon, tlen, LNG itp., które zwykle są w postaci skroplonych gazów. Rurociąg jest częścią składową szerszego systemu składającego się z układu zasilania i odbioru. Przed pracą z rurociągiem należy zapoznać się z instrukcjami i specyfikacjami producentów układów zasilania i odbioru. Skroplony gaz przesyłany jest rurą wewnętrzną (procesową), która znajduje się wewnątrz zewnętrznego płaszcza próżniowego. Izolacja próżniowa zapewnia minimalizację strat medium kriogenicznego. Rurociąg wykonany jest szczelnie i zgodnie z wymaganymi normatywnymi prawnymi obowiązującymi w zakresie urządzeń kriogenicznych.



Rurociągi zapewniają odpowiednią szczelność i niezawodność pracy układu. W rurociągach znajdują się media, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia. Zasady postępowania i zasady bhp z mediami należy uzyskać od dostawcy mediów.



Pomieszczenia, obszary, w których znajdują się rurociągi, urządzenia z mediami kriogenicznymi powinny być dostosowane do takich urządzeń. Każdorazowo klient winien przeanalizować aspekty BHP przy instalowaniu urządzeń kriogenicznych.

### 1.2. Uwagi Ogólne

Niniejsza Instrukcja Obsługi opisuje procedury użytkowania rurociągu i zachowania bezpieczeństwa podczas pracy z rurociągiem VIP. Poprawność działania oraz bezpieczne użytkowanie układu w sensie technicznym gwarantuje znajomość Instrukcji obsługi przez członków zespołu obsługującego rurociąg.



Rurociąg zaprojektowany jest na odpowiednie ciśnienia, medium i zakres temperatury. Należy zapoznać się z parametrami projektowymi rurociągu i przestrzegać, aby warunki pracy nie przekraczały warunków projektowych.



### 1.3. Główne wytyczne dotyczące BHP



W rurociągach znajdują się media, które mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia. Zasady postępowania i zasady bhp z mediami należy uzyskać od dostawcy mediów.

Poniżej wymieniona jest podstawowa charakterystyka medium kriogenicznego oraz podstawowe zasady BHP przy pracy z urządzeniami zawierającymi media kriogeniczne. Poniższe informacje mają na celu zasygnalizowanie klientowi zagrożeń i podstawowych zasad BHP. Klient odpowiedzialny jest za przygotowanie zasad BHP dotyczących pracy z mediami kriogenicznymi. Jakikolwiek operacje w bezpośrednim czy pośrednim kontakcie z medium kriogenicznym powinny być poprzedzone analizą bezpieczeństwa, oceną ryzyka na podstawie, których utworzona zostanie odpowiednia instrukcja pracy oraz przeprowadzone zostanie szkolenie przez kompetentnych szkolejących.

Niskie ciepło wrzenia mediów kriogenicznych powoduje, że zanurzenie każdego przedmiotu o temperaturze otoczenia (a więc dostarczenie ciepła) doprowadza do odparowania znacznej ilości medium i daje efekt chlapania. W związku właściwościami mediów kriogenicznych jak niska temperatura, ciśnienie, skład należy zachować dużą ostrożność przy pracy z nimi.

Sugeruje się, aby wszystkie prace z bezpośrednim kontaktem z mediami kriogenicznymi były przeprowadzane w obecności drugiej osoby jako osoby asekurującej oraz powinny być przeprowadzane w miejscach o dobrej wentylacji, przewiewności. Zaleca się, aby miejsca zamknięte wyposażone były w monitoring i sygnalizację alarmową składu atmosfery a pracownik wykonujący pracę był wyposażony w indywidualny czujnik stężenia tlenu wraz z sygnalizacją alarmową o nieprawidłowym stężeniu tlenu.

Pracownicy przystępujący do pracy z mediami kriogenicznymi powinni posiadać następujący sprzęt osobisty dostosowany do pracy z danym medium:

- okulary ochronne
- rękawice ochronne kriogeniczne
- fartuch ochronny
- buty ochronne



Jeśli z oceny ryzyka wynika, że wymagane są dodatkowe środki ochrony osobistej oraz inne środki kontroli zagrożenia powinny one być zastosowane.

### 1.3.1. Wymagania BHP przy pracy z rurowciągiem VIP

Sam rurowciąg stanowi zamknięty i szczelny układ- jest on bezpieczny w użytkowaniu i zapewnia zamknięcie niebezpiecznego medium wewnątrz rurowciągu. Następujące środki ochrony osobistej należy zastosować przy bliskim kontakcie z rurowciągiem, w trakcie jego pracy:

- Okulary ochronne na wypadek przypadkowego rozszczelnienia
- Rękawice ochronne jeżeli rurowciąg będzie dotykany- przy awarii zewnętrzne powierzchnie mogą być bardzo zimne, grożąc poparzeniem

Zastosowanie monitoringu atmosfery, sygnalizacji alarmowej i innych środków kontroli zależy od obiektu, w którym zastosowano rurowciąg i lokalnych przepisów. Każdorazowo należy przeprowadzić ocenę ryzyka obiektu z rurowciągiem i na jej podstawie zastosować odpowiednie środki kontroli.

Rurowciąg może zawierać wewnątrz medium niebezpieczne dlatego należy obchodzić się z nim ostrożnie. Nie należy:

- Stosować w obrębie rurowciągu otwartego ognia, temperatur powyżej 50degC
- Wywierać na rurowciąg zewnętrznych obciążeń np. wieszanie dodatkowych przedmiotów, instalacji itp.
- Prowadzić na rurowciągu kabli elektrycznych, sygnałowych itp.
- Wykonywać na nim jakichkolwiek prac, które mogą doprowadzić do jego uszkodzenia, rozszczelnienia.

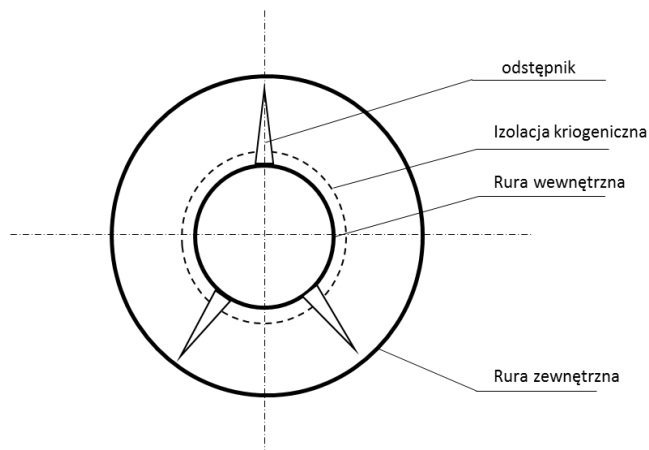
## 2. Charakterystyka techniczno-eksploatacyjna rurowciągu izolowanego próżniowo

### 2.2. Budowa VIP

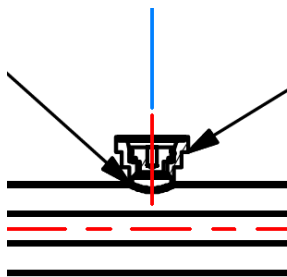
Przekrój rurowciągu VIP prezentuje rysunek poniżej. W rurowciągu wewnętrznym wykonanym ze stali nierdzewnej płynie medium kriogeniczne (skroplony lub zimny gaz). Na rurowciąg wewnętrzny nawinięta jest izolacja kriogeniczna wykonana z warstw folii aluminiowanej oraz przekładki wykonanej z tworzywa sztucznego.



Centrowanie rurociągu wewnątrz zapewniają odstępniki wykonane z żywicy epoksydowo-szklanej lub teflonu. Całość zamknięta jest w zewnętrznym płaszczu wykonanym ze stali nierdzewnej. W przestrzeni między płaszczem a rurociągiem wewnętrznym panuje próżnia rzędu  $10^{-3}$  mbar.



W każdym odcinku na płaszczu próżniowym znajduje się wkładka do pompowania próżni (korek próżniowy). Schematycznie korek próżniowy wraz ze zdjęciem pokazany jest poniżej.



Korek próżniowy służy do dopompowywania próżni oraz stanowi zabezpieczenie płaszcza zewnętrznego na wypadek awarii – wylania się cieczy kriogenicznej do przestrzeni próżniowej. Korek w normalnych warunkach pracy jest szczelnie zasysany przez próżnię. Korek zabezpieczony jest przed warunkami atmosferycznymi nakładką z polipropylenu.

Wkładka korka próżniowego w przypadku awarii rurociągu może wypaść poza rurociąg i przez otwór może wówczas wydostawać się medium kriogeniczne.



Zabronione jest blokowanie korka próżniowego lub wylotu korka próżniowego. Może to doprowadzić do uszkodzenia rurociągu.  
Zabronione jest nieuprawnione otwieranie lub manipulowanie



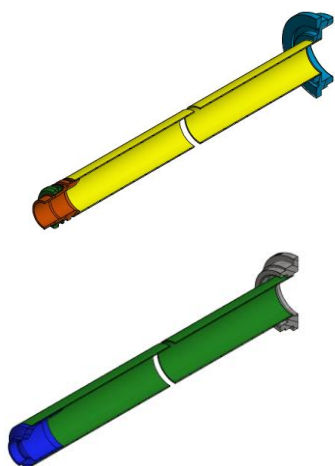
korciem próżniowym. Może to doprowadzić do uszkodzenia rurociągu.

### 2.3. Opis połączeń

Rurociąg zbudowany jest w odcinkach kilkumetrowych. Każdy odcinek ma dostosowany do przebiegu instalacji kształt. Odcinki łączone są bagnetowo lub mufowo (spawane). Połączone odcinki stanowią kompletną instalację rurociągową. Każdy odcinek ma niezależną próżnię oraz korek próżniowy.

#### Połączenia bagnetowe.

Łączenie bagnetowe zbudowane jest z części męskiej i żeńskiej. Budowę złącza schematycznie pokazano na rysunku poniżej, zaprezentowano również zdjęcia. Obie części skrócone są kołnierzowo. Budowa bagnetu zapewnia wydłużenie drogi przewodzenia ciepła przez co zewnętrzne części połączenia pozostają w temperaturze bliskiej otoczeniu. Uszczelnienie zapewnia połączenie bimetaliczne oraz oringi. Połączenia bagnetowe są rozłączne.



Łączenie/rozłączanie złącz bagnetowych może następować tylko w stanie ciepłym, bez ciśnienia i medium wewnątrz.

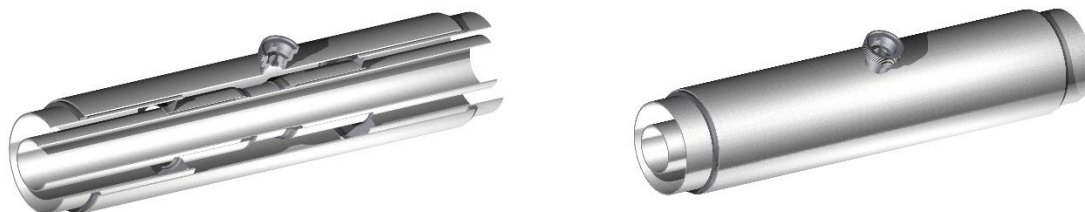
Złącze jest potencjalnym miejscem przecieku. Każdorazowo należy przeanalizować zastosowanie złącz pod kątem zagrożenia dla ludzi i otoczenia. Powinno unikać się stosowania złącz bagnetowych zwłaszcza w małych miejscach zamkniętych bez monitoringu składu atmosfery. Nie należy stosować złącz bagnetowych do mediów niebezpiecznych jak gazy palne, wybuchowe, utleniające się.



W niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. duża wilgotność, niska temperatura) może dochodzić do wykraplania/wymrażania wilgoci na złączu – jest to zjawisko normalne.

### **Połączenia mufowe spawane.**

Są to połączenia wykonywane w trakcie montażu rurociągu. Są to połączenia nierozłączne. Rura wewnętrzna jednego odcinka jest spawana z rurą wewnętrzną kolejnego odcinka. Następnie nawijana jest izolacja kriogeniczna na miejsce łączenia i spawana mufa zamykająca. Na końcu z wnętrza mufy odpompowuje się próżnię za pomocą korka próżniowego (budowa i obostrzenia odnośnie korka próżniowego jak wyżej). Złącze mufowe ze względu na brak połączeń skręcanych zapewniają wyższą pewność szczelności w stosunku do złącz bagnetowych – stosuje się je tam, gdzie zastosowanie złącz bagnetowych jest niewskazane ze względów bezpieczeństwa. Schematycznie złącze przedstawione jest poniżej.



W niekorzystnych warunkach atmosferycznych (np. duża wilgotność, niska temperatura) może dochodzić do niewielkiego wykraplania/wymrażania wilgoci na złączu – jest to zjawisko normalne.

## **2.4. Elementy dodatkowe**

Rurociąg VIP może być wyposażony w elementy dodatkowe takie jak:

- Węże elastyczne izolowane próżniowo (budowa podobna jak opisano powyżej – wykonanie na elastycznych węzłach nierdzewnych).
- Elementy nieizolowane (tylko rura wewnętrzna).
- Elementy zabezpieczające – zawory bezpieczeństwa instalowane na rurociągu wewnętrznym.
- Zawory odcinające, regulacyjne i inna armatura.

Elementy jak zawory odcinające, automatyczne i zawory bezpieczeństwa dobierane są wg indywidualnych potrzeb klienta. Ich działanie i obsługa są opisane w kartach charakterystyki i instrukcjach producentów. KRIOSYSTEM nie jest producentem tych elementów.







Na elementach nieizolowanych może dochodzić do wykraplania tlenu z powietrza. Istnieje zagrożenie powstania atmosfery wzbogaconej w tlen. Należy zachować szczególną wówczas ostrożność przy pracach niebezpiecznych pożarowo.



Na elementach nieizolowanych może występować bardzo niska temperatura- dotknięcie grozi poparzeniem.

### 3. Obsługa rurociągu VIP

W trakcie normalnej niezakłóconej pracy, instalacja VIP jest bezobsługowa. Wymagana jest jedynie okresowa kontrola wizualna.

Kontrola wizualna jest wymagana przed każdym schładzaniem, uruchamianiem instalacji oraz po zakończeniu pracy. Wizualna kontrola wymagana jest również okresowo, jeśli instalacja jest używana w sposób ciągły – zaleca się kontrole raz dziennie.

Kontrola wizualna sprowadza się do sprawdzenia, czy wszystkie podzespoły wchodzące w skład rurociągu nie noszą śladów uszkodzenia, czy nie występują odkształcenia mechaniczne i czy nie występują nieszczelności na rurociągu próżniowym. Ponadto należy ocenić stan wszystkich podzespołów urządzenia, stan połączeń odcinków oraz czy korki próżniowe odcinków nie noszą śladów zużycia bądź uszkodzenia. Należy sprawdzić, ocenić kompletność i poprawność działania zainstalowanej armatury dodatkowej. Należy skontrolować stan podpór zewnętrznych rurociągów.



Tylko czyste i suche gazy i media mogą być stosowane w rurociągach VIP. Zabrudzone lub zawilgocone gazy lub media mogą doprowadzić do zakłóceń w pracy rurociągu lub nawet do jego uszkodzenia. Przemysłowo dostępna czystość skroplonych gazów jest akceptowalna do stosowania w rurociągu.

#### 3.2. Czynności przygotowawcze

Przed każdym schłodzeniem rurociągu należy upewnić się, że rurociąg po postoju nie uległ zawilgoceniu, zabrudzeniu lub czy nie dostało się do rury wewnętrznej



powietrze atmosferyczne (powietrze zawiera wilgoć, CO<sub>2</sub> i inne zanieczyszczenia). Jeśli nie ma pewności co do czystości rurociągu – należy go wyczyścić i osuszyć przed schłodzeniem. Do przedmuchiania i osuszania można użyć np. suchego azotu. Każdorazowo należy przygotować instrukcję do przeprowadzania operacji czyszczenia rurociągu. Tylko kompatybilne z rurociągiem i aplikacją klienta media mogą być użyte do czyszczenia rurociągu.



Schłodzenie zabrudzonego lub zawilgoconego rurociągu może doprowadzić do zakłóceń w pracy rurociągu lub nawet do jego uszkodzenia.

### 3.3. Schładzanie rurociągu VIP

Jeśli rurociąg jest w stanie ciepłym (odgrzany lub po długim kilkugodzinnym postoju), nie należy go schładzać w sposób gwałtowny przez pełne otwarcie zaworów zasilających i odbierających. Rurociąg należy schładzać stopniowo przez odpowiednie manipulowanie zaworami zasilającymi i odbierającymi. Ze względu na to, że rurociąg jest w stanie ciepłym w pierwszych chwilach schładzania będzie następowało generowanie dużych ilości par medium kriogenicznego. Po schłodzeniu rurociągu, skroplony gaz powinien niezakłócenie przepływać przez rurociąg do instalacji odbiorczej. Tworzenie niewielkich ilości par po schłodzeniu związane jest z dopływami ciepła przez izolację próżniową, złącza, podpory. Ilości generowanych par zależą od gabarytów rurociągu, jego stanu, ilości przepływu i warunków otoczenia. Karta katalogowa VIP zawiera dane techniczne w tym zakresie.

### 3.4. Normalna praca

W trakcie normalnej pracy rurociąg VIP jest bezobsługowy, należy jedynie dokonywać kontroli wizualnych (patrz punkt 3.). Zakłócenia w pracy rurociągu opisane są w dalszej części instrukcji.

Zaleca się, aby regenerować próżnię w odcinkach rurociągu raz na 4 lata. Regenerację próżni należy powierzyć kompetentnemu i doświadczonemu personelowi wyposażonemu w odpowiednie urządzenia przeznaczone do regeneracji próżni. Każdorazowo należy przygotować instrukcję regeneracji próżni. Regeneracja próżni winna odbywać się na odgrzanym rurociągu.



### 3.5. Zakończenie pracy z rurowciągiem

Tryb zakończenia pracy z rurowciągiem VIP zależy od szczególnej aplikacji klienta. Poniżej przedstawiono główne wytyczne, które należy stosować przy zakończeniu pracy z rurowciągiem VIP.

- Należy dopilnować, aby do wnętrza rurowciągu nie przedostały się zabrudzenia, wilgoć, powietrze atmosferyczne.
- Należy pamiętać, że ze względu na bardzo wysoką skuteczność izolacji próżniowej, nawet po zamknięciu dopływu medium kriogenicznego do rurowciągu, skroplony gaz może pozostawać w rurowciągu jeszcze przez kilka godzin – zwłaszcza w miejscach załamania, kolanek itp. Jeśli wymagane, rurowciąg należy przedmuchać suchym ciepłym gazem w celu jego odgrzania – np. gazowym azotem.
- Po zakończeniu pracy należy dokonać kontroli wizualnej rurowciągu i elementów dodatkowych.

## 4. Zakłócenia w pracy rurowciągu

Poniższa tabela zawiera wykaz możliwych zakłóceń w pracy rurowciągu, możliwe przyczyny ich powstawania oraz wymagane działania do podjęcia.

LP	ZAKŁÓCENIE/OBJAW	MOŻLIWA PRZYCZYNA	DZIAŁANIE
1	Roszenie wilgoci lub oblodzenie rurowciągu VIP	Utrata lub zmniejszenie poziomu próżni	- sprawdzić czy korki próżniowe są kompletne i na swoim miejscu, jeśli nie to należy natychmiast przerwać pracę z rurowciągiem i skontaktować się z serwisem KRIOSYSTEM. - jeśli korki próżniowe są na swoim miejscu i są kompletne należy zregenerować próżnię w rurowciągu.
2	Roszenie/mrożenie wilgoci na złączach bagietowych/spawanych	- normalne zjawisko przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych (wysoka wilgotność powietrza, bardzo niska temperatura otoczenia) - utrata lub zmniejszenie próżni	- jw.
3	Niestabilny przepływ medium lub brak przepływu medium	- utrata lub zmniejszenie próżni	- jw. - sprawdzić czy zawory i inne elementy pracują poprawnie.



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- nieprawidłowa praca zaworów</li> <li>- nieprawidłowe parametry pracy, zasilania i/lub układu odbioru</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sprawdzić system zasilania, magazynowania medium kriogenicznego – zwłaszcza ciśnienie zasilania i dostępność medium w magazynie.</li> <li>- sprawdzić poprawność działania układu odbiorczego.</li> <li>- sprawdzić czy parametry pracy są w zakresie parametrów projektowych rurociągu VIP.</li> </ul>
--	--	--	--



Przy stwierdzeniu nietypowych objawów pracy rurociągu (głośne dźwięki jak syczenie, gwizdanie, powstawanie mgły lub chmury gazów, wyciek medium) należy natychmiast przerwać pracę rurociągu i zabezpieczyć obszar przed dostępem innych osób. Wydostanie się medium kriogenicznego stanowi zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi. Należy skontaktować się ze służbami ratowniczymi i/lub wezwać serwis dostawcy medium kriogenicznego lub serwis KRIOSYSTEM.

## 5. Obsługa serwisowa

Naprawy urządzeń instalacji rurociągu przesyłowego VIP mogą być wykonywane wyłącznie przez serwis producenta:

**KRIOSYSTEM Sp. z o.o.**  
**ul. Graniczna 188A**  
**54-530 Wrocław**  
**tel. +48 883 040 222**  
[biuro@kriosystem.com.pl](mailto:biuro@kriosystem.com.pl)  
[www.kriosystem.com.pl](http://www.kriosystem.com.pl)

lub wskazaną przez producenta jednostkę.

