

**INSTRUKCJA EKSPLOATACJI INSTALACJI ALARMOWYCH  
W RUROCIĄGACH PREIZOLOWANYCH  
W  
MIEJSKIM PRZEDSIĘBIORSTWIE ENERGETYKI CIEPLNEJ S. A.  
W KRAKOWIE**

Dokument opracowany przez Wydział Elektryczny MPEC S.A.

Kraków, listopad 2016 r.  
Aktualizacja styczeń 2018

## Spis treści

Adnotacje o aktualizacji instrukcji.....	3
1 Postanowienia ogólne.....	4
1.1 Przedmiot instrukcji.....	4
1.2 Przeznaczenie i cel instrukcji .....	4
1.3 Zakres stosowania instrukcji .....	4
1.4 Kwalifikacje osób prowadzących eksploatację.....	4
2 Ogólna charakterystyka systemu alarmowego.....	4
2.1 Instalacja alarmowa.....	4
2.1.1 Rezystancja pianki izolacyjnej nowo budowanego odcinka rurociągu.....	6
2.1.2 Rezystancja drutu pętli alarmowej .....	6
2.2 Kontrola stanu instalacji alarmowej .....	7
2.2.1 Stacjonarne urządzenia nadzoru.....	7
2.2.2 Przenośne urządzenia pomiarowe.....	7
2.2.3 System zdalnego nadzoru.....	8
3 Montaż instalacji alarmowej .....	8
4 Odbiór wykonanej instalacji alarmowej.....	10
5 Dokumentacja powykonawcza instalacji alarmowej .....	11
6 Aktualizacja instrukcji.....	11
7 Wykaz aktualnych przepisów i norm.....	11



## **1 Postanowienia ogólne**

### **1.1 Przedmiot instrukcji**

Przedmiotem instrukcji są zasady prawidłowej budowy i eksploatacji instalacji alarmowych oraz określenie systemu nadzoru i lokalizacji uszkodzeń rurociągów preizolowanych.

### **1.2 Przeznaczenie i cel instrukcji**

Instrukcja jest przeznaczona dla personelu prowadzącego budowę i eksploatację instalacji alarmowych oraz prace kontrolne i naprawcze na rurociągach preizolowanych wyposażonych w instalację alarmową.

### **1.3 Zakres stosowania instrukcji**

Niniejsza instrukcja jest instrukcją szczegółową, dotyczącą instalacji alarmowych i urządzeń nadzoru i stanowi podstawę dla wykonawców zewnętrznych oraz personelu eksploatacyjnego w Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej S.A. do wykonania prac związanych z:

- tworzeniem dokumentacji projektowej
- montażem (łącznie instalacji alarmowej)
- oględzinami i pomiarami odbiorowymi
- pomiarami eksploatacyjnymi
- pracami naprawczymi rurociągów preizolowanych

### **1.4 Kwalifikacje osób prowadzących eksploatację.**

- Personel wykonujący prace przy budowie instalacji alarmowych powinien być przeszkolony przez producenta rur w zakresie wykonywania czynności łączeniowych, wyposażony w niezbędne narzędzia zalecane przez producenta oraz w przyrząd pomiarowy pozwalający na bieżąco kontrolować jakość wykonanej pracy (rezystancji połączeń i stanu izolacji)
- Osoby wykonujące pomiary instalacji alarmowych oraz prace montażowe osprzętu nadzoru elektronicznego winny posiadać uprawnienia do eksploatacji instalacji i urządzeń do 1kV wraz z uprawnieniami pomiarowymi oraz przeszkolenie w zakresie stosowania reflektometru kablowego.

## **2 Ogólna charakterystyka systemu alarmowego.**

W Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej S.A. stosuje się rurociągi preizolowane wyposażone w instalację alarmową impulsową. Fragmenty instalacji łączone są w obwody alarmowe tworzące pętle pomiarowe. Do kontroli stanu izolacji poszczególnych obwodów stosowane są detektory stacjonarne. W przypadku zasygnalizowania uszkodzenia pętli lub pogorszenia się parametrów izolacyjnych, wykonuje się pomiary reflektometryczne, pozwalające na podstawie dokumentacji geodezyjnej na wskazanie potencjalnego miejsca uszkodzenia rurociągu.

### **2.1 Instalacja alarmowa.**

Instalacja alarmowa impulsowa (nordycka) zbudowana jest z drutów miedzianych prowadzonych w piance izolacyjnej wzdłuż rury stalowej pomiędzy rurą przewodową a

zewnątrznym płaszczem HDPE. Kontrola rezystancji pianki izolacyjnej pomiędzy drutem a rurą stalową oraz między drutami, pozwala m.in. na stwierdzenie obecności wody (zawilgocenia). Przy zastosowaniu reflektometru (radaru) kablowego możliwe jest wskazanie miejsca zawilgocenia, które może być spowodowane wyciekami z rury przewodowej, rozszczelnieniem płaszcza zewnętrznego preizolacji lub uszkodzeniem instalacji alarmowej.

W Miejskim Przedsiębiorstwie Energetyki Ciepłej S.A. eksploatuje się rurociągi wyposażone w dwa rodzaje instalacji alarmowej impulsowej:

- **Instalacje niskorezystancyjne** – budowane głównie w latach 90-tych, charakteryzują się zastosowaniem wzmacniacza sygnału awarii w postaci filcu, którym owinięty jest jeden z drutów alarmowych. Zadaniem filcu jest gromadzenie wilgoci znajdującej się w złączu mufowym a tym samym znaczne zmniejszanie wartości rezystancji w obwodzie pomiarowym (na drodze drut-rura). Obecnie nie stosowane w MPEC S.A. przy budowie nowych odcinków rurociągów.
- **Instalacje wysokorezystancyjne** - drut w złączu mufowym prowadzony jest podobnie jak w elemencie prefabrykowanym co zapewnia jednorodność instalacji (ciągłość impedancji falowej) na całej długości sieci.

Ze względu na sposób łączenia instalacji i rodzaj sprzętu nadzorującego, w MPEC S.A. wyróżnia się dwa rodzaje instalacji:

- **Otwarta** – Wymaga zastosowania specjalnej „końcówki zerującej” zamykającej obwód pomiarowy, koniecznej do prawidłowego działania urządzeń starszej generacji wykonujących pomiar napięciem przemiennym o podwyższonej częstotliwości. Rozwiązanie nie jest stosowane w nowo budowanych rurociągach, za wyjątkiem fragmentów rurociągów włączanych do obwodów już działających w systemie otwartym
- **Zamknięta** – Początek i koniec obwodu alarmowego znajduje się w detektorze. Obwody tworzą zamkniętą pętlę pomiarową. Początek i koniec pętli znajduje się w tym samym urządzeniu pomiarowym. Pomiar parametrów jakościowych dokonywany jest napięciem stałym zgodnie z normą PN-EN 14419:2009.

Aby zapewnić kompatybilność instalacji alarmowych nowo budowanych rurociągów z instalacjami istniejącymi, w MPEC S.A. nie dopuszcza się stosowania rur preizolowanych wyposażonych w system inny niż impulsowy (nordycki).

Stosowane elementy preizolowane, zarówno odcinki proste, kolana jak i trójniki powinny być wyposażone w:

- co najmniej dwa druty 1,5 mm<sup>2</sup> dla DN < 300mm, jeden miedziany ocynowany i jeden miedziany czysty,
- co najmniej cztery druty 1,5 mm<sup>2</sup> dla DN ≥ 300mm, dwa miedziane ocynowane i dwa miedziane czyste.

Dopuszcza się, aby wszystkie druty w elementach takich jak kolana i trójniki były takiego samego koloru.

### 2.1.1 Rezystancja pianki izolacyjnej nowo budowanego odcinka rurociągu.

Przyjęto, że rezystancja pianki izolacyjnej nowo budowanego rurociągu nie może być mniejsza niż **10MΩ na 1km mierzonego drutu**.

Najmniejsza dopuszczalna wartość rezystancji dla budowanego odcinka  $L_x$  (pętli drutu) wyznaczana jest z zależności:

$$R_{\min X} = R_{\min} \cdot \frac{L}{L_x}$$

gdzie:

$R_{\min X}$  [MΩ] – rezystancja minimalna dla mierzonej długości pętli drutu alarmowego

$L$  [m] – długość pętli drutu alarmowego (odniesienie)

$R_{\min}$  [MΩ] – rezystancja minimalna dla długości  $L$  pętli drutu alarmowego

$L_x$  [m] – długość kontrolowanej pętli drutu alarmowego

Uproszczony wzór dla warunków  $R_{\min}=10M\Omega$  przy  $L=1000m$ :

$$R_{\min X} = \frac{10000}{L_x} [M\Omega]$$

Dla tej zależności musi być spełniony warunek:

$$R_x \geq R_{\min X}$$

$R_x$  [MΩ] – zmierzona rezystancja pianki izolacyjnej wzdłuż pętli alarmowej o długości  $L_x$  [m]

Z uwagi na konstrukcję instalacji, dużą odległość drutu od rury przewodowej oraz strukturę pianki izolacyjnej, w pojedynczych elementach preizolowanych badana rezystancja izolacji powinna przekraczać 10 GΩ/m a w praktyce wykraczać poza zakres pomiarowy przyrządów o napięciu pomiarowym kilkadziesiąt lub kilkaset woltów.

W rzeczywistości elementy preizolowane mogą być nieprawidłowo przechowywane, montowane niedbale lub w bardzo trudnych warunkach pogodowych. W związku z tym należy dążyć do uzyskania jak najwyższych wartości rezystancji pianki izolacyjnej i w celu wykluczenia zamykania wilgoci w nowo budowanym odcinku sieci. Należy sprawdzać na bieżąco odcinki budowanego rurociągu.

### 2.1.2 Rezystancja drutu pętli alarmowej

Drut stosowany w instalacjach alarmowych impulsowych ma przekrój ok. 1,5mm<sup>2</sup>. Rezystancja, w zależności od temperatury drutu, wynosi od 0,012 Ω/m do 0,015 Ω/m. Pomiar rezystancji odcinka 100m pętli powinien zawierać się w granicach od 1,2 do 1,5Ω. Wyższe wartości rezystancji mogą wynikać z niedbałego wykonania połączenia drutu w mufie lub naderwania osłabionego wcześniej drutu podczas piankowania muf.

Przykładowe minimalne wartości rezystancji pianki i drutu pętli alarmowej w zależności od długości pętli.

Długość pętli alarmowej [m]	Minimalna wartość rezystancji pianki [MΩ]	Zakres dopuszczalnej rezystancji pętli alarmowej [Ω]
10	1 000	0,12 - 0,15
50	200	0,6 - 0,75
100	100	1,2 - 1,5
200	50	2,4 - 3
500	20	6 - 7,5
1000	10	12 - 15
1500	7	18 - 22,5
2000	5	24 - 30

## 2.2 Kontrola stanu instalacji alarmowej

### 2.2.1 Stacjonarne urządzenia nadzoru.

Do stacjonarnego nadzoru nad odcinkami sieci stosuje się detektory montowane w węzłach ciepłowniczych, wymiennikowniach, komorach, szafkach pomiarowych, słupkach lub innych obiektach w pobliżu zakończenia rurociągów preizolowanych, z dostępem do instalacji zasilającej 230V. W przypadku braku zasilania sieciowego stosuje się rozwiązania bateryjne.

Do nadzoru nad nowo budowanymi instalacjami alarmowymi, niepołączonymi z instalacjami istniejącymi wykonanymi w technologii niskorezystancyjnej (z filcem), stosuje się detektory pracujące w układzie pętlowym w zakresie rezystancji wysokich (np. 1kΩ – 200MΩ) umożliwiające ręczne ustawienie progu alarmowego w zakresie od 10kΩ do 10MΩ. Są to urządzenia wykonujące pomiary rezystancji izolacji napięciem stałym do 24V oraz rezystancji drutu (pętli) prądem do 100mA – zgodnie z normą PN-EN 14419:2009.

Instalacje niskorezystancyjne w układzie otwartym, nadzorowane są przez detektory wykonujące pomiar napięciem przemiennym o podwyższonej częstotliwości. Do kontroli ciągłości instalacji stosowana jest tzw. „końcówka zerująca”.

### 2.2.2 Przenośne urządzenia pomiarowe.

#### 2.2.2.1 Kontrola parametrów pętli

Do określania podstawowych parametrów instalacji alarmowej (rezystancja pętli, rezystancja izolacji) należy stosować przyrządy umożliwiające pomiar małych rezystancji pętli pomiarowej (od mΩ do kilkudziesięciu Ω) oraz pomiar w zakresie wysokich rezystancji izolacji pianki (do kilkudziesięciu GΩ) .

Pomiarów rezystancji izolacji pianki poliuretanowej można dokonywać napięciem stałym powyżej napięcia bezpiecznego 24V pod warunkiem zachowania szczególnej ostrożności, zabezpieczenia odsłoniętych części instalacji alarmowej mogących narazić osoby postronne na kontakt z napięciem pomiarowym oraz zastosowanie certyfikowanego sprzętu pomiarowego zapewniającego ochronę przed porażeniem przez zastosowanie ograniczenia prądu

pomiarowego do wartości bezpiecznych dla organizmu ludzkiego (1-2mA). Personel wykonujący te pomiary powinien posiadać uprawnienia do badania instalacji elektrycznych do 1kV z pomiarami.

Przed wykonaniem pomiaru napięciem wyższym niż 24VDC należy się upewnić, że elementy instalacji alarmowej poddane badaniu są zabezpieczone przed przypadkowym kontaktem osób postronnych oraz że urządzenia nadzoru elektronicznego (detektory, reflektometry, urządzenia komunikacyjne, okablowanie, puszki przyłączeniowe) zostały odłączone od badanej instalacji.

#### 2.2.2.2 Wyznaczanie miejsca uszkodzenia sieci

Jako przyrząd pozwalający na określenie miejsca uszkodzenia sieci preizolowanej, stosuje się reflektometr kablowy. Analizując wykres obrazujący rozkład impedancji falowej pętli alarmowej oraz posługując się dokumentacją geodezyjną badanego rurociągu, można precyzyjnie wyznaczyć miejsce uszkodzenia.

W przypadku gdy rezystancja w miejscu uszkodzenia jest na tyle wysoka, że pomiar reflektometryczny nie pozwala na jednoznaczne wskazanie miejsca awaryjnego, można wykonać pomiary przy użyciu lokalizatora uszkodzeń z generatorem sygnału. W przypadku uszkodzenia płaszcz rury preizolowanej, lokalizator pozwala precyzyjnie wskazać miejsce upływu prądu pochodzącego z generatora do ziemi. Jest to jednoznaczne ze wskazaniem miejsca uszkodzenia płaszcz zewnętrznego rurociągu.

#### 2.2.3 System zdalnego nadzoru.

Detektory stosowane obecnie w MPEC S.A. na nowych inwestycjach, są wyposażone w moduł komunikacyjny przesyłający badane parametry sieci do systemu zdalnego odczytu RATMON. Odczyty danych odbywają się z zadaną przez operatora częstotliwością. System pozwala na archiwizację danych pomiarowych, obserwację trendu danych oraz zdalne sterowanie pracą detektorów (np. częstotliwością wykonywanych pomiarów). Odczyt zarchiwizowanych parametrów pomiarowych, pozwala obsłudze na sprawne reagowanie na nagłe zmiany wartości, ustawianie kolejności prac pomiarowych ze względu na stan sieci i jej priorytet.

### 3 Montaż instalacji alarmowej

Osoby wykonujące mufowanie i łączenie instalacji alarmowej nowo budowanego rurociągu, bezwzględnie muszą posiadać udokumentowane przez producenta rur ukończenie szkolenia z zakresu wykonywania połączeń mufowych, znajomości zasad łączenia oraz kontroli poprawności wykonanej instalacji alarmowej.

W celu skontrolowania poprawności wykonanego połączenia instalacji alarmowej przed i po wypełnieniu mufy pianką, montażysta powinien sprawdzać na bieżąco:

- rezystancję pętli pomiarowej - sprawdzenie poprawności wykonanych połączeń drutu alarmowego
- rezystancję pianki izolacyjnej pomiędzy drutem a rurą stalową oraz pomiędzy drutami – stwierdzenie odpowiedniej suchości pianki

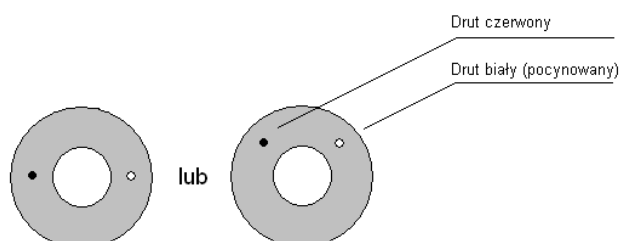
Montaż instalacji alarmowej należy wykonywać zgodnie z zaleceniami zawartymi w katalogu producenta rur oraz w szczególności wg zasad:

- Przed ułożeniem odcinka rury w wykopie i zespawaniem, należy sprawdzić ciągłość drutów instalacji oraz rezystancję pianki izolacyjnej. W przypadku zaniżonych wartości

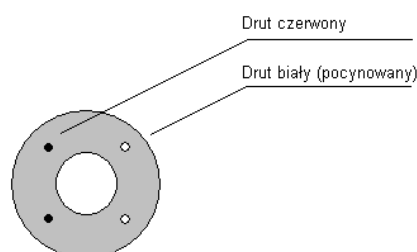


należy usunąć przyczynę lub wymienić element na nowy. Minimalna rezystancja izolacji powinna być większa lub równa od wyznaczonej ze wzoru z pkt. 2.1.1.

- W trakcie montażu rurociągu należy układać odcinki rur w wykopie tak, aby drut cynowany (biały) zawsze był po prawej stronie patrząc od źródła ciepła.
- W przypadku rur dwudrutowych, należy je układać tak, aby druty znajdowały się (w zależności od wykonania) w górnej części obwodu rury (np. w położeniu „za 10 minut godzina 2-ga”) lub poziomo w osi rury.



dla instalacji czterodrutowej np.:



- W studzienkach spustowych instalację alarmową należy zakańczać w pierwszej mufie za zaworem, przed studzienką spustową. W takim przypadku nie należy wyprowadzać instalacji spod end-capu chyba, że projekt przewiduje inne rozwiązanie.
- Łączenie odgałęzień należy wykonywać zgodnie ze schematem. Rozwiązania odbiegające od projektu należy uzgadniać w PRE.
- Nie dopuszcza się krzyżowania drutów w mufach.
- Przed połączeniem druty powinny być wyczyszczone papierem ściernym w miejscu połączenia.
- Wszystkie połączenia instalacji wykonywane wewnątrz muf lub zakończeń muszą być wykonane przy pomocy tulejek zaciskowych i zalutowane.
- Do zaciskania tulejek łączących należy używać przeznaczonych do tego pras (zaciskarek)
- Do prowadzenia drutu w mufach należy używać podtrzymek, aby zachować odpowiednią odległość drutu od rury przewodowej.
- **Zabrania się stosowania koszulek izolacyjnych na drutach instalacji alarmowej wewnątrz muf i elementów preizolowanych lub innego sposobu izolowania drutów instalacji od pianki poliuretanowej.**
- Podczas budowy, instalację należy łączyć w pętle i każdorazowo po zapiankowaniu kolejnej mufy kontrolować ciągłość powstałej pętli i mierzyć rezystancję pianki. W przypadku spadku rezystancji poniżej wartości dopuszczalnych, należy wymienić wadliwie wykonaną mufę lub usunąć inną przyczynę powodującą spadek jakości izolacji.

- W komorach lub innych obiektach, gdzie konieczne jest wyprowadzenie instalacji na zewnątrz płaszcz rurociągu w celu połączenia np. z innym odcinkiem rury lub detektorem, druty wyprowadzone spod zakończeń (end-cap) należy uszczelnić taśmą mastik oraz doprowadzić przewodem YKYżo  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  lub  $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$  do puszk hermetycznej montowanej nad rurociągiem. Dla każdej rury należy zamontować osobną puszkę. Łączenie puszek hermetycznych w komorach należy wykonać przewodem YKY  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  lub  $5 \times 1,5 \text{ mm}^2$  montując go do ścian i sufitu przy pomocy uchwytów kablowych. W obydwu przypadkach dopuszcza się kable o przekroju  $1,0 \text{ mm}^2$ .
- Dla rur dwudrutowych należy zachować kolorystykę przewodów łączących instalację:
  - Czarny (lub brązowy, szary) – drut biały, cynowany
  - Niebieski – drut czerwony, miedziany
  - Żółto-zielony – masa rury przewodowej
- Wszystkie zmiany wynikłe w trakcie realizacji inwestycji mogące powodować zmiany w konfiguracji instalacji alarmowej muszą być uprzednio uzgodnione z Wydziałem Elektrycznym PRE MPEC S.A.
- Przed połączeniem instalacji alarmowej nowo budowanego rurociągu z istniejącą siecią, należy wykonać pomiary odbiorowe.

#### 4 Odbiór wykonanej instalacji alarmowej

Po zakończeniu prac montażowych rurociągu, instalacja alarmowa i jej wyposażenie podlega odbiorowi końcowemu. Pomiaru i oględzin dokonują pracownicy Wydziału Elektrycznego PRE bazując na uzgodnionym projekcie, z naniesionymi i zaakceptowanymi zmianami instalacji alarmowej, wynikłymi w trakcie budowy.

W celu wykonania pomiarów kontrolnych/odbiorowych instalacji alarmowej, aby mierzone wartości dotyczyły jedynie odcinka objętego daną inwestycją, przed połączeniem nowo budowanego odcinka rurociągu preizolowanego z istniejącym rurociągiem preizolowanym, należy zapewnić dostęp do miejsca połączenia tych dwóch odcinków tj. należy pozostawić niezamufowane spawy łączące odcinki starego i nowego rurociągu.

Odbiór instalacji alarmowej rurociągu polega na sprawdzeniu:

- ciągłości i rezystancji pętli alarmowej,
- długości i jakości wykonania instalacji (pomiar reflektometryczny)
- rezystancji pianki izolacyjnej
- wykonania połączeń instalacji zgodnie z projektem
- kompletności osprzętu nadzoru elektronicznego, w tym wyposażenia komór i węzłów cieplowniczych.

Po zakończeniu pomiarów i oględzin, sporządzany jest protokół stwierdzający stan instalacji i wyposażenia, wchodzący w skład protokołu odbioru końcowego inwestycji i będący podstawą do opracowania dokumentacji powykonawczej instalacji alarmowej rurociągu.

Urządzenia stosowane przez MPEC S.A. do kontroli odbiorowej instalacji alarmowej:

- np. LX-9024 (Levr) - ciągłość pętli alarmowej, rezystancja pianki izolacyjnej
- np. MIC-10 (Sonel) – rezystancja pianki izolacyjnej (pomiar do 1000V), rezystancja pętli.
- Reflektometr RB-1205CXA lub RB-1270A - długość pętli, ocena jakości wykonywanych połączeń i stanu instalacji.
- Lokalizator infrastruktury podziemnej i uszkodzeń instalacji: Radiodetection RD-7000

## 5 Dokumentacja powykonawcza instalacji alarmowej

Na podstawie inwentaryzacji geodezyjnej, protokołu odbiorowego, notatek i wyników pomiarów, należy sporządzić dokumentację powykonawczą instalacji alarmowej budowanego odcinka sieci.

Dokumentacja powykonawcza powinna zawierać:

- a) schemat instalacji alarmowej z naniesionymi długościami odcinków pomiędzy charakterystycznymi punktami sieci (komory, trójniki odgałęźne, węzły, spusty),
- b) kopię protokołu odbioru z wynikami pomiarów,
- c) kopię inwentaryzacji geodezyjnej z naniesionymi punktami i innymi punktami charakterystycznymi sieci,

## 6 Aktualizacja instrukcji.

Aktualizacja instrukcji, za którą odpowiada kierownik Wydziału Elektrycznego, winna obejmować zmiany związane ze zmianami:

- Schematu organizacyjnego MPEC S. A.
- Przepisów i norm obowiązujących w tej instrukcji

## 7 Wykaz aktualnych przepisów, norm i literatury.

1. PN EN 14419:2009 Sieci ciepłownicze. System preizolowanych zespolonych rur do wodnych instalacji ciepłowniczych układanych bezpośrednio w gruncie. System kontroli i sygnalizacji zagrożenia stanów awaryjnych.
2. Wymagania techniczne Zeszyt nr 2 2013r. Warunki techniczne wykonania, odbioru i eksploatacji rurociągów preizolowanych w płaszczu osłonowym HDPE układanych bezpośrednio w gruncie.
3. Systemy nadzoru i lokalizacji uszkodzeń w rurociągach preizolowanych - wytyczne Forum DCSP Zeszyt 1, marzec 2016
4. Systemy nadzoru i lokalizacji uszkodzeń w rurociągach preizolowanych - wytyczne Forum DCSP Zeszyt 2, wrzesień 2017