

Obowiązkiem eksploatującego sieć ciepłowniczą, także preizolowaną, jest dokonywanie systematycznych przeglądów i, jeśli sytuacja tego wymaga, wykonywanie napraw. Miejsce wykopu do usunięcia awarii musi być wskazane z wystarczającą precyzją, co ogranicza koszty całej operacji. W przypadku rurociągów preizolowanych czasami wykorzystuje się przyrządy stacjonarne nazywane lokalizatorami awarii. Autor rozważa zasadność ich stosowania. *Słowa kluczowe: sieć ciepłownicza, rurociągi preizolowane, lokalizator awarii*

It is the duty of the operator of a district heating network, also a pre-insulated one, to carry out regular inspections and, if the situation requires, to make repairs. The location of the excavation for the repair must be indicated with sufficient precision, which reduces the cost of the entire operation. In the case of pre-insulated pipelines, sometimes stationary devices called failure locators are used. The author considers the validity of their use.

*Keywords: district heating system, pre-insulated pipelines, failure locator*

### Wstęp

Do zasygnalizowania tej tematyki skłoniła mnie wizyta w jednym z nie tak dawno uruchomionych przez zagranicznego inwestora zakładów, na którego terenie funkcjonują trzy instalacje, które wykorzystują podziemne rurociągi preizolowane z systemem alarmowym. Układ służy do transportu: ciepła do celów grzewczych oraz chłodu i powietrza do celów technologicznych. Razem 5 rurociągów o średnicach od DN 500 do DN 300 i długości ok. 150 m każdy. Poszczególne rurociągi preizolowane są nadzorowane przez cztero-drutowy impulsowy system alarmowy. Z reguły przy takich dużych inwestycjach, w pierwszym rzędzie uruchamia się produkcję zasadniczą, potem przychodzi kolej na pozostałe rzeczy. W tym przypadku po dwóch latach od uruchomienia instalacji przyszedł czas na zajęcie się systemem alarmowym. Służba utrzymania ruchu w sprawach nadzoru rurociągów nie orientuje się, bo to nie ma nic wspólnego z produkcją podstawową. Jedyne dezyderat przedstawiony przez zamawiającego brzmi: „skonfigurowanie i uruchomienie systemu alarmowego konieczne z zastosowaniem lokalizatora awarii”.

Brzmi niezłe, a w kategoriach marketingowych bez zarzutu. Dla laika sprawa jest prosta: w przypadku zaistnienia awarii przyrząd zasygnalizuje i wskaże miejsce uszkodzenia. Świetnie, problem zostanie perfekcyjnie rozwiązany. Gorzej ze stroną praktyczną. Dokumentacja rurociągów nie zachwyca, brakuje powykonaw-

czych schematów – alarmowego i montażowego, w niektórych miejscach brakuje dostępu do drutów alarmowych. Nie ma pewności, jak w rzeczywistości przebiegają druty alarmowe.

Należy zastanowić się nad zasadnością wykorzystania lokalizatora awarii w tym przypadku, czy w ogóle nad celowością stosowania tego typu urządzeń.

### Potrzeba lokalizacji

Można zadać sobie pytanie, czy w ogóle istnieje potrzeba lokalizacji? Czy jest sens „grzebać w ziemi”, jeśli nie ma wycieku wody grzewczej? Tu dochodzimy do największego nieporozumienia. O ile można jeszcze zrozumieć, że zarządzający firmami, przede wszystkim ciepłowniczymi, chociaż nie tylko, bo preizolację spotyka się także w zakładach przemysłowych, wojsku, szpitalnictwie, spółdzielniach mieszkaniowych i wielu, wielu innych branżach, mogą „nie czuć” tematów technicznych, chociaż każdy z nich wie, że samochód, którym jeździ, wymaga od czasu do czasu przeglądu technicznego, o tyle lekceważenie wymogów kontrolnych przez personel techniczny bezpośrednio odpowiedzialny za eksploatację sieci to duże uchybienie i nieodpowiedzialność. Do wszystkich eksploatujących rurociągi preizolowane musi dotrzeć, że **takie układy nie są systemem bezobsługowym**. A to oznacza ni mniej, ni więcej jak **obowiązek kontroli i naprawy**. Naprawy nie w momencie wycieku czynnika, a w chwili przekroczenia progu czułości przyrządu

miarowego. Tematyka progu czułości i typowania do naprawy jest zagadnieniem samym w sobie i nie miejsce tutaj na obszerniejsze rozważania, jedno co odpowiedzialny zarządzający siecią preizolowaną zrobić powinien, to określić wyraźnie i jednoznacznie sytuację, w których należy podjąć działania naprawcze.

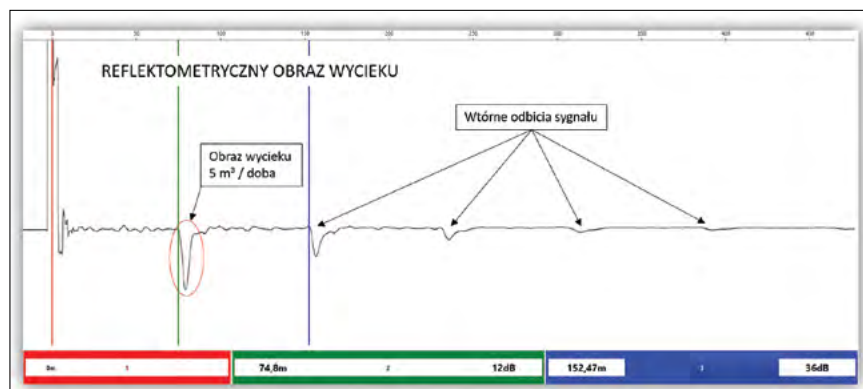
A jeśli mamy naprawiać, to musimy zlokalizować miejsce przeznaczone do naprawy. W Polsce mamy do czynienia zasadniczo z dwoma, różniącymi się systemami nadzoru. Olbrzymia większość funkcjonujących rurociągów oparta jest na systemie impulsowym, pozostała część posiada system rezystancyjny.

Metod lokalizacji miejsc z silnie zawilgoconą izolacją jest wiele, zdecydowanie najlepszą jest przejście wzdłuż rurociągów zimą, po opadach atmosferycznych i zaznaczenie miejsc z wytopionym śniegiem. Skuteczność tej metody jest niemal stu procentowa, jednak nie tędy droga. Dobry gospodarz nie powinien dopuścić do nadmiernego zawilgocenia izolacji. W praktyce stosuje się, w zależności od występującego systemu nadzoru, dwie różne metody lokalizacji miejsca zawilgocenia izolacji. Chociaż zauważyć należy, że awarią jest także przywarcie do rury przewodowej drutu/przewodu alarmowego, bądź jego przerwanie.

### Lokalizacja w systemie impulsowym

Lokalizacja w tym systemie opiera się na metodzie reflektometrycznej. W największym uproszczeniu polega ona na

wystaniu z określonego miejsca rurociągu impulsu elektrycznego wzdłuż miedzianego drutu alarmowego i interpretacji wielkości elektrycznych występujących pomiędzy tym drutem a stalową (czy ogólnie metalową) rurą przewodową. Miejsce anomalii powoduje odbicie części lub całości sygnału i jest traktowane jako awaria. Serwisant poszukujący miejsca awarii posługuje się reflektometrem, czyli przyrządem, który zależności elektryczne przedstawia w postaci wykresu reflektometrycznego. Na rys.1 pokazany jest wykres



Rys.1.

z reflektometru Tracker Pro przedstawiający obraz rurociągu DN 125, w którym wystąpiła nieszczelność na jednym z bardziej zawodnych elementów – kompensatorze osiowym. Wyciek trwał kilka miesięcy i w końcowej fazie ubytki wynosiły ok. 5 m<sup>3</sup> na dobę. Tłumienie sygnału było tak wielkie, że nie było widać końcówki drutu alarmowego. Na tym przebiegu widać wyraźnie jak wilgoć izolacji spowodowała strome ugięcie wykresu w dół. Jednak nie każde ugięcie w dół (wilgoć) lub w górę (przerwa) jest równoznaczne z wystąpieniem takiej wady. Na rys.2 można prześledzić przebieg sygnału reflektometrycznego z przyrządu Riser Bond w rurociągu, który ma suchą izolację. Jednakże w środ-

kowej części widać wyraźne odkształcenie przebiegu, w odległości 387 m wykres wspina się najpierw stromo w górę, następnie również stromo opada w dół poniżej linii przebiegu. Doświadczony pomiarowiec wie, że takie odbicie sygnału jest spowodowane przez końcowe zapętlenie (zawrócenie sygnału) wykonane pod zakończeniem termokurczliwym. W pozostałym zakresie diagram także nie jest pozbawiony większych lub mniejszych „wzgórków i dolin”.

Z pewnym uproszczeniem można powiedzieć, że lokalizacja za pomocą

kowany jest pomiar przyrządem elektrycznym wykorzystującym dzielnik napięcia.

Standardowe urządzenie do lokalizacji awarii nie nadają się do wykrywania miejsc przerwania przewodu alarmowego, w ogóle w przypadku nieciągłości pętli alarmowej stają się bezużyteczne. Bardzo dobrze lokalizują za to miejsca o zaniżonej rezystancji izolacji – zawilgoconą piankę, względnie zwarcie metaliczne drutu alarmowego do rury przewodowej. Lokalizacja polega na wykonaniu serii pomiarów z dowolnego miejsca, konieczne zamkniętego obwodu. Wynik lokalizacji, odległość od miejsca awarii, podawany jest w procentach ewentualnie w metrach, co istotne zawsze należy liczyć wzdłuż drutu czerwonego, długość przewodu zielonego należy pomijać.

W teorii jest to metoda idealna, w praktyce jest nieco gorzej. Przede wszystkim lokalizacja daje pozytywny wynik tylko w przypadku, gdy w obwodzie występuje jedno zawilgoconie. W polskich warunkach, nie wiem jak w innych państwach, jest to warunek trudny do spełnienia. Po drugie, nawet przy pojedynczej wilgoci wynik lokalizacji będzie negatywny, jeśli drut powrotny (zielony) będzie zawilgocony. Tu pojawia się następny problem. W wielu przypadkach, wskutek nieświadomości zlecających i projektantów nie ma możliwości sprawdzenia, czy na przewodzie zielonym nie występuje wilgoć, bo niemal standardowo zapętlą się go w mufie, albo pod opaską termokurczliwą na połączeniu z wcześniej wykonanym odcinkiem preizolowanym, lub siecią tradycyjną. Dodatkowym mankamentem jest nieznanomość systemu wśród firm wykonawczych, które w trakcie realizacji nie przestrzegają „żelaznej zasady” łączenia drutów alarmowych w mufach zgodnie z ich kolorami. Jeśli tego się nie dopilnuje, to potem trudno „dojść do ładu”. Także w tym przypadku w ostatecznym rozrachunku lokalizacja polega na wskazaniu miejsca w terenie, bo podanie wartości procentowej, czy liczbowej nie jest wystarczające.

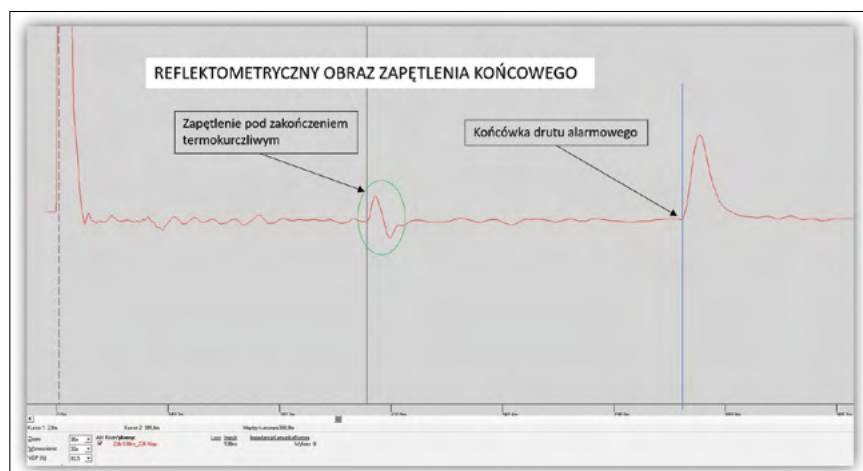
## Koszty napraw

Pomimo, że sieci preizolowane funkcjonują na naszym rynku już kilkadziesiąt lat, to w wielu przedsiębiorstwach nie prowadzi się planowej gospodarki diagnostycznej – naprawczej. Działania podejmowane są w przypadku wycieku i na tym się kończy. Nie przemawia do eksploatających argument, że naprawa mufy zaraz po zawilgoconiu izolacji kosztuje dużo mniej niż wymiana kilku metrów rurociągu

reflektometru polega na dobraniu prędkości sygnału testującego (VOP), wytypowaniu miejsca anomalii na wykresie, ustawieniu kursora w punkcie charakterystycznym tej anomalii (na przełamaniu przebiegu) i odczytaniu odległości w metrach. To jednak dopiero część operacji, **prawdziwa lokalizacja polega bowiem na wskazaniu miejsca w terenie**, bądź zaznaczeniu punktu na wiarygodnej mapie.

## Lokalizacja w systemie rezystancyjnym

Metoda reflektometryczna znajduje czasami zastosowanie także w tym systemie, jednak dla tego typu obwodów dedy-



Rys.2.



naprawy, np. usunięcia przerwy, a przy dużych średnicach powiedzmy powyżej DN 400, ma to praktyczne znaczenie związane z ukształtowaniem wykopu.

Jednym z najczęstszych błędów lokalizacyjnych w systemie rezystancyjnym jest niewłaściwa interpretacja spowodowana wykonaniem schematu alarmowego niezgodnym z obowiązującymi kanonami. Nie zważa się, że podstawowa zasada dotycząca prowadzenia przewodu czujnikowego (czerwonego) w trójkącie równoległym brzmi „łuk wewnętrzny”. Na rys.3 przedstawiono dwa warianty schematu. Jeżeli ktoś posługuje się lewym, niepoprawnym, to w przypadku lokalizacji wynoszącej np. 62,5% wskaże miejsce „FAŁSZ”, w rzeczywistości awaria występuje w lokalizacji oznaczonej „PRAWDA”. Zauważyć należy, że dla tego przypadku nieprawidłowo wrysowany trójkąt równoległy psuje lokalizację dla zakresów 58,3% – 83,3%, dla pozostałych będzie ok. W każdym przypadku będzie to zakres zależny od konfiguracji sieci i położenia trójkąta/ów równoległego/yh.

Jakie by przypadki nie występowały, wykonywanie dodatkowych wykopów i wykonywane w nich czynności sprawdzające zawsze wiążą się z dodatkowymi kosztami.

## Wnioski

### System impulsowy

Na polskim rynku są dostępne rozmaite wersje lokalizatorów awarii. Jedne wyświetlają tylko cyfrę oznaczającą odległość w metrach do miejsca uszkodzenia, inne generują wykres reflektometryczny i sugerują ustawienie kursora w miejscu anomalii, a jeszcze inne mają obydwie te funkcje. Wszystkie przyrządy mają jedną cechę wspólną: zadany współczynnik propagacji sygnału VOP, a przekładając na prostszy język zaprogramowaną prędkość sygnału testującego. W jednych przyrządach można ją w łatwy sposób zmieniać, w innych nie jest to takie proste, a wręcz niemożliwe. A właśnie ten parametr ma zasadniczy wpływ na trafność lokalizacji, to ta bowiem wielkość służy do wyliczenia odległości awarii. A to, co najistotniejsze w tym wszystkim, to to, że VOP nie jest wielkością stałą. Oto co napisał producent reflektometru Riser Bond firma Radiodetection, która w instrukcji do przyrządu podaje, cytata: „Własności dielektryczne (izolacyjne) materiału kabla różnią się w zależności od producenta, czasu cyklu produkcyjnego i od temperatury (na każde 10 °C poniżej temperatury pokojowej własności dielektryczne zmieniają się o około 1%).

Wpływ na nie ma także wiek kabla, jego zawilgocenie oraz obecność elementów przedłużających żywotność kabla. Wraz ze zmianą stałej dielektrycznej zmienia się prędkość rozchodzenia się impulsu, to z kolei powoduje występowanie różnic w zmierzonych już długościach kabla”.

Technika reflektometryczna została opracowana na potrzeby energetyki i telekomunikacji, z tego względu mowa jest o kablach, zamieszczone uwagi odnoszą się jednak w całej rozciągłości do naszych rurociągów preizolowanych.

Na temat różnych aspektów technicznych związanych z techniką reflektometryczną i bezbłędnością lokalizacji można by jeszcze wiele napisać, jednakże ile by nie mówić, dojdzie się do wniosku, że nie jest to coś bardzo skomplikowanego, ale też nie jest to „butka z masłem”, ot coś tak prostego, że wystarczy coś podłączyć, odczytać i sprawa załatwiona. Niezaprzeczalny argument przemawiający za tą tezą to to, że żaden, absolutnie żaden z producentów wyrobów preizolowanych w swoich oficjalnych materiałach nie podaje wielkości VOP. I jest to zrozumiałe, jeśli by bowiem podał, to byłaby podstawa do wniesienia roszczenia, w przypadku nietrafionej lokalizacji, z wykorzystaniem podanego współczynnika.

### System rezystancyjny

O ile w systemie impulsowym bardzo wiele zależy od człowieka obsługującego reflektometr, o tyle w tym przypadku, jeśli chodzi o sam pomiar, mamy do czynienia z czystą metrologią elektryczną, na którą nie mamy wpływu. To nie oznacza, że sprawa załatwia się sama, w końcu to tylko jakiś suchy wynik pomiaru. Jest cała otoczka czynników, które należy rozważyć i uwzględnić przed decyzją o wykonaniu wykopu naprawczego.

W odróżnieniu od systemu impulsowego wybór przyrządów jest tu dużo mniejszy. W Polsce mamy możliwość zastosowania lokalizatora stacjonarnego firmy Brandes, który jest blisko dziesięciokrotnie droższy od rodzimego z firmy Levr (detektor z opcją lokalizacji). W ostatnim czasie pojawiły się dwie firmy, które oferują detektory z funkcją lokalizacji, jednak jeszcze nie było okazji, aby można było ocenić skuteczność tych przyrządów.

Odrębna sprawa, której nie będę tutaj rozwijał, to bardzo ograniczony zasięg oferowanych urządzeń, co w efekcie odbija się na kosztach inwestycji. Firma Brandes mówi o zasięgu do 1 km, Levr do 2 km. Inaczej sprawa wygląda w przypadku nowych konstrukcji, ale to temat na oddzielny artykuł.

## Podsumowanie

Dla jasności sprawy potwierdzam, że miałem do czynienia z przypadkami, gdzie wskazanie lokalizatora awarii zgadzało się „co do joty” z moimi pomiarami reflektometrycznymi. Po prostu przyrząd pokazywał prawidłową odległość i znający przebieg trasy mógł bez problemu wytyczyć miejsce wykopu. Prawdą też jest, że te przyrządy, które miałem okazję spotkać, były montowane na stosunkowo prostych i krótkich odcinkach rurociągów, gdzie prawdopodobieństwo wystąpienia przepływu jest minimalne, a ewentualny błąd pomiarowy, ze względu na niewielkie odległości, niewiele zmienia. I w takich przypadkach, w moim odczuciu, takie przyrządy mają rację bytu. Czyli powiedzmy do 300 m sieci w tym max 1 – 2 węzły trójkątowe. Nieodzownym warunkiem jest dysponowanie przez eksploatującego wiarygodnym powykonawczym schematem montażowym. Z uwagą, że co do zasady, kopiemy w miejscu najbliższej do wskazanej przez przyrząd odległości, mufy. Chyba, że ktoś obcy uszkodził rurociąg w innym miejscu. Wizja lokalna jest konieczna.

Wydaje się, że dla większych długości, czy też sieci rozgałęzionych, bazowanie na wskazaniu jedynie lokalizatora i wykonywaniu wykopu zgodnie z jego wskazaniami niesie zbyt wysokie ryzyko pomyłki. W takich sytuacjach wzywa się serwis, który wykonuje komplet pomiarów i wyznacza miejsce. W tym momencie bez względu na to, czy wskazanie użytkownika przyrządu potwierdza się, czy nie, staje się on bezużyteczny. Z doświadczenia, z praktyki wynika, że najwłaściwszym rozwiązaniem jest stosowanie detektora lub pomiarów ręcznych dla dużych, kilkukilometrowych pętli, a w przypadku odnotowania spadku rezystancji izolacji, ewentualnie przzerwania pętli, wezwanie serwisu w celu doprecyzowania przyczyny.

Przy stosowaniu lokalizatorów stacjonarnych zapomina się o podstawowej zasadzie – **lokalizuj z jak najbliższej odległości**. Żaden odpowiedzialny serwisant nie podejmie się lokalizacji z jednego odległego punktu, gdy ma możliwość zbliżenia się do miejsca prawdopodobnej awarii dzięki dostępowi do drutów alarmowych w jej pobliżu. Dla zobrazowania tego spójrzmy na rys. 3. Założmy, że serwis, po otrzymaniu zgłoszenia, ze schematem dostarczonym przez zlecającego (tym nieprawidłowym) wykona pomiar z miejsca zamontowanego lokalizatora. Wynik, jaki otrzyma, będzie identyczny z wyświetlanym na przyrządzie zamontowanym

---

w pomieszczeniu – 62,5%. Wstępnie wytypuje miejsce oznaczone jako „FAŁSZ”, jednak chcąc doprecyzować wynik, pójdzie do najbliższego węzła (W1), i po wykonaniu pomiarów od razu stwierdzi, że „coś nie gra”, zaniżenie rezystancji zostanie bowiem odnotowane na drucie czerwonym, zamiast na zielonym. Po dalszej analizie i pomiarach z całą pewnością zostanie ustalone miejsce awarii – „PRAWDA”.

Na zagadnienie należy spojrzeć jednak szerzej, to też temat do oddzielnego omówienia. Zarządzający powinien zastanowić się nad koncepcją systemu alarmowego całej sieci preizolowanej w firmie. Niestety można zaobserwować niepokojącą tendencję „rozdrabniania” pętli alarmowych. Ma to swoje podłoże związane z etapowaniem i warunkami gwarancyjnymi, jednak w moim odczuciu, to droga donikąd.

Lokalizator awarii, jak każdy przyrząd elektroniczny, dokonuje pomiaru, jednakże nie myśli. Dlatego do interpretacji wyników zawsze będzie konieczny udział człowieka. Jeśli właściciel urządzenia zna zagadnienie systemów alarmowych, to nie ma przeciwwskazań, aby takie urządzenie stosować.

*W artykule wykorzystano materiały autora* ■