

W artykule omówiono zagadnienie stosowania wkładek filcowych w impulsowych systemach nadzoru rurociągów preizolowanych. Wbrew pojawiającym się opiniom, że być może nastąpi renesans takich układów, wydaje się to mało prawdopodobne, a argument o lepszej rozpoznawalności takiego miejsca na wykresie reflektometrycznym jest niewystarczający.

Słowa kluczowe: sieci ciepłownicze, rury preizolowane, impulsowe systemy nadzoru

The article discusses the issue of using felt inserts in impulse pipeline supervision pre-insulated systems. Contrary to the emerging opinion that there may be a renaissance of such systems, it seems to be unlikely, and the argument about better recognition of such a place on the reflectometric graph is insufficient.

Keywords: district heating systems, pre-insulated pipes, impulse pipeline supervision

Wstęp

W naturze człowieka leży ułatwianie sobie życia. Wydaje się, że w stosunkowo wąskiej grupie diagnostów rurociągów preizolowanych znajdują się osoby, które chcąc ułatwić pomiarowcom życie, mogą ich zaprowadzić w ślepią uliczkę. Opinie, że może by wprowadzić na powrót systemy alarmowe z wkładkami filcowymi są na tyle nieprzemyślane, co nierealne. Oczywiście, że miejsce zawilgoconego filcu jest lepiej widoczne na wykresie, jednakże twierdzenie, że dzięki tym wkładkom uzyskujemy szybszą informację o zawilgoceniu w mufie jest nie zawsze prawdziwe. Istotną jest tu kwestia ustawionych progów alarmowych, formy wilgoci i interpretacji wyników. Diagnostyka rurociągu i ewentualna lokalizacja miejsca uszkodzenia to nie tylko analiza wykresu będącego obrazem zmian impedancji falowej. Nie mniej istotną rolę grają pomiary rezystancji izolacji i analiza przebiegu drutów alarmowych. Z bólem należy stwierdzić, że zarówno z winy producentów (fot.1), jak i wykonawców, nie należy też zapominać o osobach nadzorujących, przebiegi obecnie zbieranych wykresów pozostawiają wiele do życzenia. To nie te wykresy z dawnych lat, których przebieg był rzeczywiście zgodny z ideą stałej impedancji falowej. Te obecnie często przypominają wykres ekg, a nie spokojną równoległą do osi x linię.

Statystycznie w systemach impulsowych technika reflektometryczna (TDR) jest podstawową metodą lokalizacji uszko-



Fot.1
Położenie drutu alarmowego, norma mówi o 15 mm

dzeń rurociągów preizolowanych, jednak diagnostykę każdego systemu alarmowego należy rozpatrywać całościowo, uwzględniając także inne pomiary, między innymi rezystancję izolacji. Spójrzmy na te dwie wielkości.

Rezystancja izolacji i impedancja falowa

Obwody nadzoru sieci preizolowanych są sprawdzane pod kątem występowania wilgoci w izolacji rurociągu preizolowanego. Jedną z podstawowych metod kontrolnych jest wykonanie pomiaru rezystancji izolacji. Polega ona na przyłożeniu napięcia pomiędzy drutem alarmowym a stalową rurą przewodową. Przepływ prądu wywołany różnicą napięć świadczy o zawilgoceniu pianki PUR. Następnym pomiarem, jeśli ten pierwszy wskazywał wartości alarmujące, jest wykonanie badania impedancji falowej, czyli spraw-

dzenie reflektometrem w którym miejscu, a zasadniczo na którym metrze drutu alarmowego występuje anomalia.

Praktyka dowodzi jednoznacznie, że te dwa pomiary wzajemnie się uzupełniają i ryzykownym jest zdanie się tylko na jeden z nich. Dawniej można było opierać się na reflektometrii, bo przebiegi wykresów były poprawne i można było polegać jedynie na pomiarach reflektometrycznych, które wprowadziła w Polsce firma ABB i w których wkładki filcowe odgrywały znaczącą rolę, bo odbicie sygnału było wyraźnie widoczne na tle przebiegu wykresu. Niestety, jak już wspomniałem w słowie wstępnym, przebiegi wykresów obecnie zbieranych pozostawiają dużo do życzenia. W tej sytuacji obydwie metody pomiarowe muszą być wykorzystywane jednocześnie, pomiar rezystancji izolacji informuje, że w układzie występuje zawilgocenie, a reflektometr służy do ustalenia miejsca obniżonej oporności. Często obserwowany przebieg wykresu reflektometrycznego nie wskazuje jednoznacznie na miejsce zawilgocenia, dlatego istotne jest zbieranie i archiwizowanie wykresów wzorcowych stanowiących przebieg odniesienia.

Można zadać sobie pytanie, kiedy pomiar rezystancji izolacji nie jest adekwatny do istniejącego stanu? Takie sytuacje zdarzają się, a ich przyczyną jest naciek dobrze uzdatnionej wody grzewczej do pianki poliuretanowej. Poruszamy tu problem z jakiegoś powodu niezauważany przez większość użytkowników sieci preizolowanych. Otóż jedynie firma Logstor, podkreślam tu słowo jedynie, bo

pozostali producenci zachowują się tak, jakby problem nie istniał, podaje w swoich materiałach niezwykle istotną informację dotyczącą tego zagadnienia. Pozwolę sobie zacytować w całości fragment najnowszego poradnika dotyczącego tego zagadnienia – „LOGSTOR Deteckt – system nadzoru” ozn. 2022 I 00, przy czym należy tu podkreślić, że podobne uwagi pojawiały się w materiałach firmy od zawsze. Rzeczony fragment zamieszczony na stronie 1.2.2 w rozdziale Wybór segmentu – Ciepłownictwo, pod akapitem „Wymagane właściwości medium (przesyłanego czynnika)” brzmi: cyt.

„Przewodność elektryczna czynnika przesyłanego rurą przewodową ma istotne znaczenie przy wyborze urządzeń do nadzoru rurociągów.

W przypadku, kiedy przewodność medium jest większa niż $10 \mu\text{S}/\text{m}$, możliwe jest stosowanie zarówno detektorów pracujących na zasadzie pomiaru oporności rezystancji izolacji, jak i lokalizatorów mierzących oporność falową, czyli impedancję. Więcej szczegółów na ten temat – rozdział 2.0.

W przypadku kiedy przewodność czynnika jest mniejsza niż $10 \mu\text{S}/\text{m}$, zastosowanie mają tylko lokalizatory pracujące na zasadzie pomiaru impedancji.

Niezależnie od przewodności czynnika, zawsze można wykryć usterki spowodowane wnikaniem do izolacji wilgoci z zewnątrz.”

Odbiegając od tego, że ogólnie rzecz biorąc taka filozofia mi nie odpowiada, o czym może przy innej okazji, należy mieć na uwadze, że w wielu przypadkach nadzorujący rurociąg preizolowany może być zaskoczony, że w rurociągu, na którym odnotowuje rezystancję izolacji rzędu kilkuset kiloomów, występuje wyciek wody grzewczej. Jest to związane z tym, że źródło ciepła podaje wodę bardzo dobrze uzdatnioną, a ta nie przewodzi prądu, więc przyrząd do pomiaru rezystancji izolacji wskazuje stosunkowo wysokie wartości.

Jako przykład omówię przypadek na jednym z miejskich osiedli. Rozległą sieć preizolowaną bez wkładek filcowych w złączach mufowych nadzorowały niewłaściwie dobrane przez projektanta dwa detektory stacjonarne LEVR ACN-4N. Ogółem 8 kanałów nadzorowało ponad 10 km drutu alarmowego. Kanał będący przedmiotem rozważań nadzorował ok. 1,7 km rurociągu DN 200 i przyłączy zasilających 16 węzłów ciepłych. Sieć w momencie odbiorów jesienią 2008 r. wykazywała na wszystkich kanałach rezystancję izolacji $> 200 \text{ M}\Omega$. Na wiosnę 2011 r. szefowa sieci zarządziła pomiar

wszystkich kanałów za pomocą przyrządu przenośnego. Wtedy okazało się, że jeden z obwodów wykazuje zanizoną rezystancję izolacji na poziomie $1 \text{ M}\Omega$. Ten fakt został zgłoszony wykonawcy, który w perspektywie realizowanych zleceń nie miał czasu na zajęcie się tematem. Po groźbach PEC-u sprawa wróciła we wrześniu tuż przed rozpoczęciem sezonu grzewczego. W wyniku analizy pomiarów wyodrębniono odcinek pomiędzy dwoma węzłami o zanizonej do $600 \text{ k}\Omega$ rezystancji izolacji. Zebrane z dwóch końców drutu wykresy reflektometryczne przedstawia

rys.1. Figurująca w opisach różnica w re-



Rys. 1. Obraz wycieku widziany z różnej perspektywy

zystancji izolacji jest rzeczą normalną, na wykresach widać bardzo wyraźnie miejsce wycieku. Po odkryciu rurociągu (**fot.2**) okazało się, że kolano nadaje się do wymiany gwarancyjnej ze względu na bar-



Fot. 2. Kolano z wyciekaniem wewnętrznym

dzo niewielką nieszczelność spoiny fabrycznej. Co ciekawe, izolacja w obydwu przyległych do kształtki mufach była sucha, chociaż pianka w rejonie zatamania ociekała wodą. Można to tłumaczyć tym, że w lecie sieć nie pracowała i przez nieszczelność nie wydostawało się zbyt dużo wody. Prawdopodobnie inaczej wy-

glądałaby sprawa w sezonie grzewczym, gdy rurociągi pracują i podlegają wydłuzeniu. Z czasem wilgoć rozprzestrzeniłaby się na większej długości, pomimo to ubytki nie byłyby do wychwycenia. Omówiony przypadek został odkryty i zafatwowany dzięki temu, że wykonano pomiar ręczny, a umowa z wykonawcą zobowiązywała go do znalezienia miejsca zanizonej rezystancji izolacji poniżej $1 \text{ M}\Omega$. Z technicznego punktu widzenia układ został zaprojektowany niepoprawnie, ponieważ detektor i przebieg drutów alarmowych (odejście zawsze z białego) są typowe dla układów niskorezystancyjnych,

a brak filców i kable przyłączeniowe typu YDY charakteryzują układy wysokorezystancyjne. Takie zamieszanie wynika z niezajomości zasad, jakimi kierowała się firma IC MØLLER, projektując system, który został rozpowszechniony w Polsce przez producenta rur preizolowanych firmę ABB.

Idea ABB

- Na temat zasad obowiązujących w systemach z filcami pisałem już dwukrotnie. Były to artykuły: *Odchodząca idea (Instal 1/2012)* i *Niesforny próg (Instal 9/2018)*, z tego względu nakreślę jedynie założenia tego rozwiązania. Zasady systemu nadzoru były podobne do konkurencyjnego rozwiązania, jakie stworzyła firma Brandes stosująca tzw. system rezystancyjny. Założenia były następujące: możliwość lokalizacji awarii z tzw. punktu pomiarowego,
- pomiar prowadzony jest tylko po jednym drucie (drut czujnikowy),
- stosowanie wzmacniaczy wilgoci.

Przed rozwinięciem tych punktów należy powiedzieć, że w momencie ich opracowywania zakładano, że do lokalizacji miejsc zawilgocenia bądź przerwy będzie służył oscyloskop, adaptacja reflektometru nastąpiła dużo później, zresztą za sprawą polskiego przedstawiciela.

- Brandes określił maksymalną długość nadzorowanego odcinka (długość drutu chromoniklowego) na jeden kilometr. To samo uczynili twórcy systemu impulsowego – pierwsze ABB-owskie przyrządy stacjonarne miały zasięg do 1 km.
- W systemie Brandes pomiar i lokalizacja odbywały się przy wykorzystaniu drutu oporowego (czerwonego), drut zielony pełni pomocniczą funkcję jako element zamykający pętlę. Analogia IC MØLLER polegała na przypisaniu drutowi ocynowanemu (białemu) roli przewodu czujnikowego, czyli tego, który mierzy rezystancję izolacji i służy do lokalizacji miejsca awarii.
- W systemie Brandes lokalizacja miejsca zawilgocenia związana jest z pomiarem porównawczym rezystancji, taki pomiar przynosi pozytywny wynik już przy rezystancji izolacji wynoszącej ok. 5 MΩ. Takiego miejsca za pomocą oscyloskopu nie sposób było zidentyfikować, z tego względu zastosowano wzmacniacz wilgoci w postaci wkładek filcowych. Założono, że nawet niewielka ilość wody w mufie zostanie szybko wchłonięta przez filc, a ten da wyraźny sygnał na wykresie.

Przykładowy schemat alarmowy dla systemu niskorezystancyjnego w czystej formie przedstawia **rys. 2**.

Zauważmy, że przy tej filozofii drut czerwony stawał się niemalże zbędny. Jedyną rolę, jaką mu przypisano to funkcja komunikacyjna. Polegała ona na tym, że służył on do przekazania do centrali sygnału o stanie poszczególnych detektorów. Z tego względu bez zmruczenia okiem był on z jednej strony chowany pod end cap, z drugiej obcinany w węźle trójnikowym. Przy założeniu możliwości lokalizacji tylko z jednego miejsca drut czujnikowy musiał być w każdym złączu obłożony filcem, z tego względu należało wykonywać przeskoki sygnału, bo nie można go było podłączyć do drutu czerwonego, tego bez filców. Przeskoki musiały charakteryzować się taką samą impedancją falową jak oryginalna rura preizolowana, która wg ABB wynosiła 211 Ω. Aby to osiągnąć, konieczne było wykonywanie wszelkich przeskoków, zarówno w węźle ciepłym, komorze, jak też pod ziemią podwójnym kablem koncentrycznym o impedancji 125 Ω. Takie rozwiązanie dawało w sumie ok. 250 Ω, co było zbliżone do impedancji w rurociągu. Tylko podłączenie detektora / lokalizatora mogło być wykonane kablem pojedynczym. Jedynie tak skonstruowany układ, przy jednoczesnym reżimie produkcyjnym rur gwarantował poprawność wskazań stacjonarnego lokalizatora awarii, jeśli taki był stosowany. Takie rozwiązanie opracowane dobre 50 – 60 lat temu miało też wady, które inni producenci wyrobów preizolowanych uważali za istotne i z tego względu nie wprowadzili do swojej technologii tego typu nadzoru. Pierwotny zamysł twórców, którzy stworzyli modelowy układ otwarty, z biegiem lat ulegał bardziej lub mniej, ale raczej mniej, świa-

domym modyfikacjom. Najczęściej drut czujnikowy był łączony z drutem sygnalizacyjnym, a przeskoki nie dawały wymaganej impedancji. W rezultacie w naszych przedsiębiorstwach funkcjonują hybrydy nie mające nic wspólnego z oryginałem. W największym skrócie, na terenie firm preferujących filce realizowane są układy, w których system niskorezystancyjny przenika się z wysokorezystancyjnym, co jest raczej niewskazane. Przypisać należy, że niektórzy inwestorzy nie zauważają ewolucji systemów alarmowych, nie wiedzą, że odchodzi się od filców, wydłuża się pętle alarmowe, stosuje się nadzór zdalny.

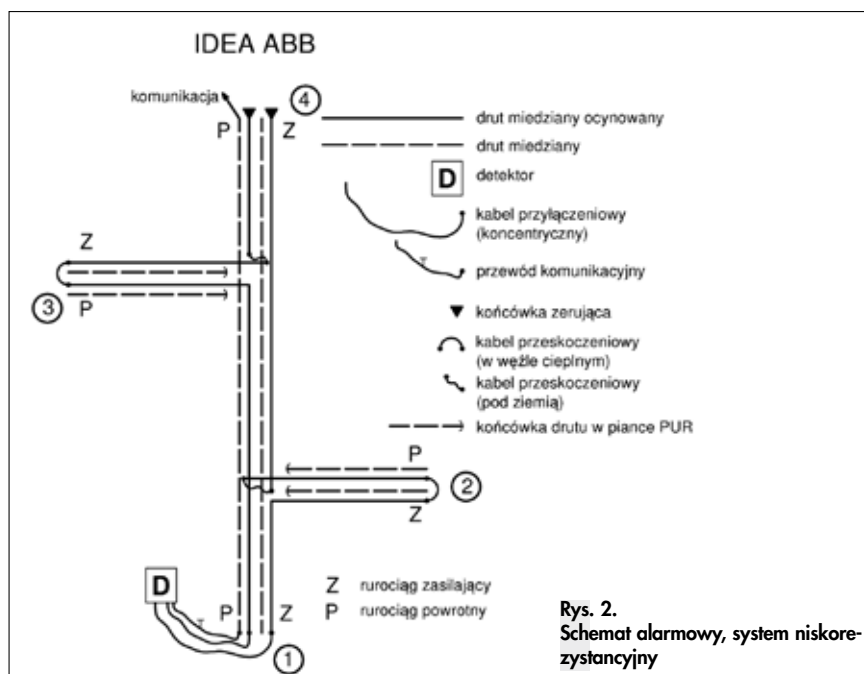
O ile wiem, w żadnym z polskich miast nie udało się stworzyć pełnego, obejmującego większy układ, funkcjonującego z wykorzystaniem drutu komunikacyjnego, systemu niskorezystancyjnego.

Tendencje rozwojowe

Nie ulega wątpliwości, że sieci preizolowane są instalacjami długowiecznymi. Musi być spełniony tylko jeden warunek, izolacja nie może być zawilgocona. Wg danych URE za rok 2020 w Polsce było w eksploatacji ok. 22 tys. km sieci ciepłowniczych wobec 17 tys. km w roku 2002 r., w ciągu 8 lat nastąpił 30% progres. W tym samym czasie przeciętne zatrudnienie (liczba etatów) spadło z 60 tys. do 29 tys. czyli 50% regres. W dokumencie rządowym PEP2040 w Projekcie Strategicznym 7 mówi się cyt. „Do 2030 r. ok. 1,5 mln nowych gospodarstw domowych zostanie przyłączonych do sieci ciepłowniczej”.

Szacuje się, że obecnie ok. 55 % wszystkich sieci wykonanych jest w technologii preizolowanej. Do tego należy dodać niemałą długość preizolacji użytkowanych przez podmioty niekoncesjonowane. Mamy więc kilkanaście, a niebawem będziemy mieć kilkadziesiąt tys. km rurociągów do nadzoru. Ktoś to musi robić.

Przyszłość z całą pewnością należy do urządzeń nadzoru zdalnego obsługujących możliwie długie pętle skonstruowane w ten sposób, aby ewentualne lokalizacje następowały z możliwie bliskiej odległości. Nie widać tu miejsca na krótkie 1 – 2 – kilometrowe pętle akceptowane w systemach z filcami. Bo zakładając nawet, że budując takie układy, pozwolilibyśmy sobie na wyposażenie każdego punktu pomiarowego w detektor nadzoru zdalnego, to pomijając koszty związane z taką liczbą nietanich przecież urządzeń, obserwacja i analiza wskazań tylu przyrządów byłaby czasochłonna i wydaje się niecelowa. To przysparzanie sobie zbędnych problemów. Omawiając sprawę wkładek filcowych,

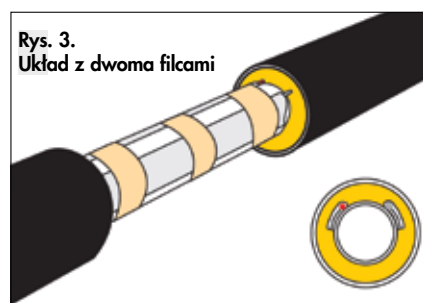


Rys. 2.
Schemat alarmowy, system niskorezystancyjny

należy dodać, że producenci wyrobów preizolowanych zasadniczo takiego rozwiązania nie przewidują, większość nie ma takiego detalu w ogóle w ofercie, jedynie Logstor podaje to rozwiązanie jako opcję poza standardem.

Podejście firmy LOGSTOR

W pierwszym numerze Instal z 2012 r. opublikowałem artykuł pt. „Odchodząca idea” informując, że ostatnia z firm, która oferuje system z filcami, wycofała się z tego rozwiązania. Teraz, po 10 latach widzimy wolę i zapis w najnowszym katalogu Logstor Detect ver. 2021.01 mówiący o możliwości stosowania podkładek filcowych. Inną nowością w stosunku do wcześniejszych rozwiązań jest to, że podkładki są układane pod obydwa drutami alarmowymi (rys.3). W myśl tych zapisów, uwzględniając odwołania do innych stron,



system z filcami należy uznać za poprawnie wykonany, jeśli rezystancja izolacji wynosi, podobnie jak to było w poprzednich wersjach, 10 k Ω /1000 m przewodu alarmowego. Co prawda informacji definiującej stan awaryjny nigdzie nie można znaleźć, ale przez analogię zapewne będzie to 120 – 150 Ω . W najnowszym katalogu opisane są dwa urządzenia do nadzoru sieci ciepłowniczych: detektor X1 i detektor – lokalizator X6. Obydwa przyrządy mają taką samą dolną granicę pomiarową rezystancji izolacji, wynosi ona 1 k Ω , a przecież dla systemów preizolowanych z filcami to jeszcze nie jest stan awaryjny. Mamy więc sytuację, w której detektor nie zasygnalizuje wystąpienia stanu awaryjnego nadzorowanej pętli. Można to stwierdzić wykorzystując funkcję pomiarową impedancji falowej w przyrządzie X6, ale stosowanie takiego urządzenia w prostych układach nadzoru staje się bezcelowe ze względu na jego cenę. W mojej ocenie firma może dostarczyć filce, ale nie urządzenie, które wykryje stan alarmowy w układach z tymi filcami.

Niewątpliwie firma nie zachowuje się w tym przypadku fair wobec swoich klientów.

Podsumowanie

Zapewne wilgoć w podkładce filcowej rozprzestrzenia się szybciej i wywołuje znaczne odbicie sygnału reflektometrycznego, jest to z pewnością zaletą systemu niskorezystancyjnego. Wygląda jednak, że jest to jedyny pozytyw, bo inne aspekty nie wyglądają już tak dobrze.

1. Projektowanie i diagnostyka

Obecnie w żadnym źródle nie można spotkać zasad projektowania układów z dwoma filcami w złączu. Pytanie zasadnicze, na które powinna znaleźć się odpowiedź, w opisie technicznym, jak również w karcie gwarancyjnej brzmi: w jakim przypadku zgłaszać reklamację ze względu na obniżoną rezystancję izolacji? Jeżeli wziąć pod uwagę, że obecnie buduje się układy zamknięte, to dla zasad opracowanych swego czasu dla systemów z filcami (system niskorezystancyjny IC Møller) teraz będziemy mieli na takim samym odcinku rurociągu dwa razy więcej podkładek. To z kolei będzie miało bardzo duży wpływ na wynikową rezystancję izolacji. Stosując pewne uproszczenie, zakładając wielokrotne zawilgocenie rurociągów, porównując zmierzoną rezystancję odcinka zrealizowanego wg zasad ABB, z takim samym odcinkiem wykonanym wg zasad Logstora dojdziemy do znacznego dysnansu. Przyjmując, że zawilgocenie jest równomierne na obydwu filcach w obrębie jednej mufy, przy pomiarze w pętli w przypadku rozwiązania Logstora rezystancja izolacji będzie mniejsza o połowę, przykładowo: przy filcach pojedynczych odczytano 16 k Ω , a więc rurociąg jest do przyjęcia, natomiast w przypadku układu z dwoma podkładkami otrzymamy 8 k Ω , co dyskwalifikuje odbiór.

2. Budowa

Układy z filcami są dla firm wykonawczych wyzwaniem. Filc jako materiał higroskopijny chłonie wilgoć z powietrza, nie musi być zamoczony, aby charakteryzować się pewną niewielką przewodnością elektryczną. W diagnostyce rurociągów preizolowanych istnieje pojęcie wilgoci rozproszonej, polega to na występowaniu w wielu miejscach pętli alarmowej szeregu mikro zawilgoceni, w tym przypadku będą to na czucie ręki suche, ale nie do końca, podkładki filcowe. Wynik pomiaru takiego układu będzie negatywny, a możliwość usunięcia wady praktycznie żadna. Wiemy, jak wyglądają jesienne mgliste i dżdżyste dni, terminy nagłą, a filce wilgotnieją.

Inna sprawa to opady atmosferyczne, letnie burze. Czasami zdarza się, że odci-

nek z połączonymi drutami alarmowymi, powiedzmy w trakcie obkurczania muf, zostaje zalany wodą deszczową, to kolejna trudna dla wykonawcy sytuacja wiążąca się w efekcie z wymianą podkładek filcowych, których przyszło tylko tyle, ile przewidywał projekt.

Niekiedy może się zdarzyć, że wykonawca skończy realizację, końcowy pomiar będzie niezadowolający, a reflektometr, pomimo że będzie mierzył układ z filcami, które są takie „ekstra”, nic nie wykaże. I co wtedy?

3. Eksploatacja

W Polsce dużo się buduje, kopie często nie czytając mapy. Uszkodzenia rurociągów preizolowanych nie są rzadkością. Duży problem układów niskorezystancyjnych to uszkodzenia obce, które nie występują w obrębie mufy. Zdarzają się przypadki uszkodzenia polegającego na rozzerwaniu płaszczki, zerwaniu izolacji i odsłonięciu stalowej rury przewodowej, np. zębem koparki lub inną maszyną. Po takim incydencie bardzo często szybko zasypuje się miejsce zdarzenia i nie powiadamia o tym nikogo. W tej sytuacji wody opadowe i gruntowe dostają się do stali i rozpoczyna się proces korozji. System nadzoru działa, bo drut alarmowy nie uległ zerwaniu. Rezystancja izolacji spada, ale nie osiąga progu alarmowego. Dla nadzorującego nie ma powodu do podejmowania żadnych działań. Z czasem dopiero okazuje się, że nastąpiła perforacja rury przewodowej, ale uszkodzenie poza obszarem wkładki filcowej nie wywołało pożądanego alarmu.

Wnioski

Istnieje ogólna zasada dotycząca rozwiązań technicznych, polega ona na opisie działania i podaniu kryteriów stosowania. W przypadku systemów z filcami nie wygląda to na sprawę domknętą.

Jeżeli przyjmujemy rozwiązanie z dwoma filcami w jednej mufie, po jednym na każdym drucie, pracujące w układzie zamkniętym, to oprócz tego, że 10 k Ω / 1000 m drutu wydaje się wartością niewłaściwą (dwa razy więcej filców niż w układzie standardowym), brakuje wiarygodnej informacji odnośnie do progu alarmowego. W ogóle nie ma informacji, jak długie pętle alarmowe można budować, jakie puszkę i kable przyłączeniowe stosować.

Można założyć, że będziemy budować standardowy system niskorezystancyjny z filcem pod drutem czujnikowym. Wtedy mamy wszystkie wymagane dane techniczne odnośnie do budowy i działania układu. Tyle że nie jesteśmy w stanie

czegoś takiego zrealizować, bo żaden z dostawców nie ma w ofercie doziemnych kabli przeskokeniowych, a to jest przecież podstawowy element pozwalający zrealizować zasadę jednego drutu czujnikowego.

Życie pokazuje, że teoria i praktyka bardzo się różni. Spójrzmy, jak wyko-

muje się po miesiącach. Nawet w okresie gwarancji sprawy są odwołane w nieskończoność. W tym czasie wilgoć rozprzestrzenia się także poza wkładkę filcową i miejsce nacieku jest także dobrze widoczne na drucie bez podkładki. Na **rys. 4** przedstawiono dwa wykresy zebra-



Fot. 3.
Korozyja trójnika z podkładką filcową



Rys. 4.
Wykres z filcem i bez



Fot. 4.
Korozyja na wkładce filcowej

rzyszowana jest zaleta opisana w katalogu Logstor tymi słowami: „W systemie nadzoru z filcami w mufach szybciej następuje wykrycie zawilgocenia i wysłanie komunikatu o zaistnieniu usterki”. To jest oczywiście prawda. Zastanówmy się, jakie ma ona zastosowanie praktyczne. W której firmie podejmuje się działania naprawcze natychmiast po zasygnalizowaniu alarmu? Przecież świecące na czerwono detektory to niemalże standard, nie cieknie?, to się nie śpieszy. Dobrze, jeśli działania podej-

letnim zawilgoceniem. Pod drutem czujnikowym były filce (zielony przebieg), pod sąsiednim nie było (czerwony przebieg). Jak widać, na obydwu drutach jest bardzo wyraźne, nie do pominięcia odchylenie świadczące o spadku impedancji falowej wywołane zawilgoceniem izolacji.

W świetle tych długotrwałych zawilgoczeń na uwagę zasługuje jeszcze fakt, że często otwierając mułę z długotrwałe przemokniętym filcem, widzimy na rurze przewodowej znaczne wżery korozyjne

(**fot. 3 i 4**), natomiast miedziany drut alarmowy ulega degradacji, staje się kruchy, pocienia się lub całkowicie zrywa.

Rozważając rehabilitację filców, należy poważnie zastanowić się, czy jest to właściwy kierunek, bo prawa Murphy'ego są zawsze aktualne. A jedno z nich (*prawo obserwacji perspektywicznej*) brzmi: „**Nic nie wygląda z bliska tak ładnie, jak wyglądało z daleka**”.

Szanowni Państwo

Koleżanki i Koledzy

Niniejszym mam przyjemność poinformować Państwa, że zamierzam wznowić konferencję

FORUM DIAGNOSTÓW RUROCIĄGÓW PREIZOLOWANYCH (FORUM DRP).

Spotkanie, zgodnie z wcześniejszym zamysłem, planowane jest w Mikorzynie niedaleko Konina

w dniach **6 – 8 czerwca 2022 r.**

Podobnie jak uprzednio planowano, przewiduje się ćwiczenia na torze testowym.

O przygotowaniach będą Państwo informowani na bieżąco.

Adam Dwojak

www.doraterm.pl