

Po dekarbonizacji

After decarbonization

ADAM DWOJAK

DOI 10.36119/15.2024.2.1

W artykule przedstawiono problematykę awaryjności sieci ciepłowniczych, ze szczególnym uwzględnieniem technologii preizolowanej. Blisko 60% wszystkich sieci, które funkcjonują w tej nowoczesnej technologii wymaga zmiany filozofii eksploatacji. Dotychczasowe metody związane z diagnostyką sieci kanałowych nie mają odzwierciedlenia w przypadku rurociągów preizolowanych, wymagane jest inne podejście. Podjęta została próba nowego zdefiniowania pojęcia awarii rurociągu ciepłowniczego i określenia zasad dotyczących organizacji przedsiębiorstwa nastawionego na bezpieczeństwo dostaw. Na przykładach praktycznych autor prezentuje metody diagnostyczne i określa przydatność jednego z dwóch, stosowanych w polskim ciepłownictwie, systemów nadzoru. W aspekcie żywotności sieci preizolowanych, w obrazowy sposób została pokazana problematyka zaniedbań eksploatacyjnych i przewidywane skutki takiego postępowania. Zaprezentowano zalety i wady obydwu występujących systemów alarmowych oraz pesymistyczną perspektywę wieloletnią dla nieprzestrzegających zasad.

Słowa kluczowe: sieci ciepłownicze preizolowane, system nadzoru

The article presents the problem of the failure rate of district heating networks, with particular emphasis on pre-insulated technology. Nearly 60% of all networks that operate with this modern technology require a change in operating philosophy. The existing methods associated with the diagnosis of duct networks are not reflected in the case of pre-insulated pipelines, a different approach is required. An attempt is made to redefine the concept of heating pipeline failure and to define the rules for the organization of an enterprise focused on security of supply. Using practical examples, the author presents diagnostic methods and determines the usefulness of one of the two surveillance systems used in the Polish district heating industry. In terms of the service life of pre-insulated networks, the problem of operational negligence and the anticipated consequences of such behavior are illustrated in a vivid manner. The advantages and disadvantages of the two surveillance systems in place are presented, as well as a pessimistic long-term outlook for the non-compliant.

Keywords: pre-insulated heating networks, surveillance system

Sektor ciepłowniczy w Polsce jest w trakcie transformacji związanej z dekarbonizacją, prowadzi się wymianę bądź modernizację źródeł ciepła. Odbywa się także wymiana istniejących lub budowa nowych preizolowanych sieci ciepłowniczych. O ile urządzenia w źródłach ciepła są kontrolowane zgodnie z jakimś harmonogramem, o tyle podziemne rurociągi są z reguły zostawiane samym sobie. To będzie stwarzać w przyszłości problemy.

Polska posiada największy w Unii Europejskiej system ciepłowniczy. Trudno dotrzeć do danych obejmujących wszystkie rurociągi, jednak z grubsza możemy przyjąć, że w Polsce eksploatujemy 25 – 26 tysięcy kilometrów sieci ciepłowniczych i zewnętrznych instalacji odbiorczych (wg URE całkowita długość koncesyjnych sieci ciepłowniczych w 2022 r. wynosiła 22 578 km **tab.1** [1], niezrozumiałe, dlaczego nie prowadzi się podziału na tradycyjne i preizolowane). Szacunkowo prawdopodobnie blisko 60% z nich to rurociągi preizolowane i każdy

zdaje sobie sprawę, że ten udział procentowy z każdym rokiem będzie rósł. Ciepło systemowe jest niezaprzeczalnym dobrem, można mieć jednak obawy, czy w przyszłości nie przysporzy nam wielu kłopotów.

Newsy styczeń 2024

9 stycznia, suwalki.naszemiasto.pl – **Awaria sieci ciepłowniczej w Suwałkach. Będzie wyjątkowo zimno**

9 stycznia, extraswiecie.pl – **„Awaria sieci ciepłowniczej. Część Świecia nie ma ogrzewania”**

9 stycznia, piotrkowtrybunalski.nasze-miasto.pl – **„Awaria sieci ciepłowniczej w Piotrkowie. Przerwa w dostawie ciepła dla kilku ulic”**

10 stycznia, stalowemiasto.pl – **„Uwaga! Awaria sieci ciepłowniczej!”**

14 stycznia, bydgoszcz.tvp.pl – **„Awaria sieci ciepłowniczej w Bydgoszczy. Część mieszkańców bez ogrzewania i ciepłej wody”**

18 stycznia, wloclawek.naszemiasto.pl – **„Awaria ciepłownicza we Włocławku. Mieszkańcy tych ulic będą bez ogrzewania i ciepłej wody”**

18 stycznia, gazetakrakowska.pl – **„Potężna awaria sieci ciepłowniczej w Krakowie. ¼ miasta była bez dostaw ciepła”**

23 stycznia, radom.naszemiasto.pl – **„Wielka awaria sieci ciepłowniczej w Radomiu. Osiedla Młodzianów, Ustronie i Prędocinek bez ogrzewania i ciepłej wody”**

25 stycznia, plock.wyborcza.pl – **„Środek zimy, a kaloryfery zimne, w krakach brak ciepłej wody ...”**

25 stycznia, radiokolor.pl – **„Kilkadziesiąt budynków bez ogrzewania. Awaria ciepłownicza (Warszawa Bródno)”**

29 stycznia, radomsko.naszemiasto.pl – **„Awaria sieci ciepłowniczej w Radomsku. PGK informuje o stopniowym wychładzaniu sieci”**

Adam Dwojak, dwojak@doraterm.pl

30 stycznia, belchatow.naszemiasto.pl – „Awaria sieci ciepłowniczej w Bełchatowie. Bez ciepła kilkadziesiąt ulic”

31 stycznia, tvn24.pl/szczecin – „Trzy dni bez ogrzewania i ciepłej wody”

Tak jest i tak będzie

Te newsy z portali internetowych, mówiące o wystąpieniu awarii tylko w styczniu br., to z całą pewnością nie wszystkie przypadki, w których ludzie nie mieli ogrzewania. Bo te mniej uciążliwe zdarzenia, jeden czy dwa budynki bez ciepłej wody, nie są nagłaśnianie. Potwierdza to, chociażby oficjalna wypowiedź Pani rzeczniczki VEOLII ENERGII z 2021 r., w której jest mowa o ok. 300 awariach na terenie Warszawy w ciągu roku. Co prawda z internetowych informacji nie wynika na jakim rodzaju sieci te awarie wystąpiły, należy jednak domniemywać, widać to zresztą na niektórych zdjęciach towarzyszących informacjom, że awariom ulegały sieci kanałowe. Problem z sieciami tradycyjnymi będzie istniał do czasu całkowitej wymiany na nowocześniejszą technologię preizolowaną. Przyczyny awarii sieci kanałowych w bardzo szczegółowy sposób opisane zostały przez naukowców z Politechniki Warszawskiej w Instalu 7-8/2021 [2]. Artykuł godzien uwagi przedstawiający sprawę wieloaspektowo, pozwalający na zrozumienie mechanizmów awarii i uświadamiający, że zasadniczo nie mamy skutecznej prostej metody pozwalającej na typowanie miejsc przyszłych wycieków. Jednym słowem jesteśmy skazani na nieoczekiwane przerwy w dostawie ciepła w dowolnym miesiącu, pół biedy jeśli to będzie w okresie ciepłych dni. Tu dwa zdania do malkontentów, zarzucających, że wymienia się „zdrowe” rury w kanałach. Właśnie z tego artykułu wynika, że proces korozji może występować w określonym miejscu bardzo długiego odcinka, wyciekająca woda z pierwszych powstających perforacji odparowuje, gdy jest jej więcej, ścieka przez uszkodzony kanał do gruntu i nie daje oznak wycieku w najbliższych komorach. Dopiero gdy przekrój rury zostanie osłabiony w miejscu korozji na tyle, że wzrost ciśnienia, bądź uderzenie hydrauliczne doprowadzi do poważnego pęknięcia, ubytki wody będą tak duże, że konieczne jest zatrzymanie systemu, czy wyłączenie określonego odcinka rurociągu. **Fot. 1**, przedstawia obraz warszawskiego Mokotowa po rozszczelnieniu rury DN 1100. Od strony praktycznej nie ma żadnego znaczenia, że kilka, kilkanaście metrów dalej rura jest w idealnym stanie, bo nie wiemy, w którym miejscu czeka następna niespodzianka.

Wyrażając uznanie dla autorów artykułu dotyczącego awarii sieci kanałowych,



Fot. 1.

w jednej kwestii nie do końca z Panami się zgadzam. Sprawa dotyczy fragmentu ze str. 9 [2]., cyt. „Należy pamiętać, że w Polsce blisko 50% sieci ciepłowniczych wykonanych jest w technologii kanałowej. Rurociągi preizolowane są od nich młodsze i w większości przypadków lepiej wykonane. Zazwyczaj wyposażone są też w systemy alarmowe, które pozwalają na bieżącą kontrolę stanu rur i łatwą lokalizację miejsca wymagającego naprawy. W efekcie rurociągi preizolowane są statystycznie w lepszym stanie i odnotowuje się na nich mniej awarii”.

Dla wyrażenia opinii pozwolę sobie przytoczyć jeszcze przypadek awarii sieci preizolowanej na terenie Warszawy. Rzecz dotyczy wycieku z rurociągu DN 500 na skrzyżowaniu ul. Pięknej i Mokotowskiej z grudnia 2021 r. (**Fot. 2**). Komunikat spółki



Fot. 2.

wydany po usunięciu awarii: cyt. „Według dotychczasowych ustaleń awaria pojawiła się na sieci odwadniającej, czyli instalacji, która towarzyszy sieci ciepłowniczej. Sieć ciepłownicza w tym rejonie jest siecią nową i zbudowaną w najnowocześniejszej preizolowanej technologii. Tego typu awarie są rzadkością i będą badane przez spółkę – wyjaśnia Veolia”. W ramach komentarza wypadałoby powiedzieć, że pomimo że to nie główny rurociąg uległ rozszczelnieniu, to jednak blisko 100 budynków i kilka ambasad, pozostawało przez pewien czas bez ogrzewania i ciepłej wody. Marzącemu mieszkańcowi wyzębionego bloku jest naprawdę wszystko jedno, skąd gorąca woda wycieka.

Mając do czynienia z preizolacją od wielu lat powiem krótko:

Funkcjonujące obecnie ciepłownicze rurociągi preizolowane, co najmniej tak

samo często, jak sieci tradycyjne ulegają awariom, wystarczy zmienić definicję awarii.

Definicja

Z pewnym rozczarowaniem stwierdzam, że firmy ciepłownicze, zresztą także środowiska naukowe, pomimo 35-letniego istnienia preizolacji na Polskim rynku, pomimo że sieci preizolowane stanowią grubo ponad połowę wszystkich rurociągów ciepłowniczych, ciągle transponują definicję awarii ukształtowaną w XX w. do sytuacji dzisiejszej. Użyję drugiego w tym artykule wytłuszczonego zdania, propozycji definicji:

Awaria rurociągu preizolowanego to stan, gdy parametry rezystancji izolacji i oporności pełni pomiarowej odbiegają od wcześniej przyjętych wartości określonych jako graniczne.

Co to oznacza w praktyce?, nic innego jak to, że w przypadku ciepłowniczych sieci preizolowanych zasadniczo nie może wystąpić sytuacja związana z perforacją stalowej rury przewodowej. Idąc dalej, można stwierdzić, że mieszkańcy zaopatrywani przez system w pełni preizolowany nie powinni cierpieć z powodu wycieku wody grzewczej z rurociągu i odcięcia ciepła w zimie, zresztą w pozostałych porach roku także. Oczywiście mowa jest o sytuacjach wynikających z pracy systemu, bo w przypadku działania osób trzecich, np. zerwania rurociągu przez koparkę, czy błędów projektowych i wykonawczych, wyłączenia są zrozumiałe. Sama zmiana definicji nie przysparza kłopotu, jednak w firmie, która do sprawy podchodzi poważnie, wiąże się to ze zmianami organizacyjnymi, często dużymi.

Jakie zmiany?

Jeżeli szefostwo firmy autentycznie chce mieć dystrybucję ciepła pod kontrolą, to ktoś musi parametry wskazywane przez system alarmowy, nazywany często systemem nadzoru, odczytywać, interpretować i w koniecznych przypadkach informacje przekazywać do odpowiednich komórek w strukturze firmy. Te z kolei powinny decydować co dalej. Tu dużo zależy od tego, czy przedsiębiorstwo dysponuje brygadami naprawczymi, jeśli tak to, z jakim zakresem napraw rurociągów preizolowanych. Może zapaść decyzja, że sprawa kierowana jest do podmiotu zewnętrznego, często może to być spółka – córka, bo taki układ często się spotyka, czy do firmy zewnętrznej. Po sygnalizacji alarmu zawsze coś z tym trzeba zrobić.

Zmiany nie wyglądają na jakieś rewolucyjne, jednak obserwując wiele przedsiębiorstw ciepłowniczych, nie zostają w nich

w ogóle wprowadzone, bądź w typowy oszczędnościowy sposób, zastąpione rozwiązaniem prowizorycznym. To rozwiązanie polega na tym, że elektryk, bądź automatyk dostaje zadanie wykonywania pomiarów w czasie wolnym, którego w zasadzie nie ma, albo musi mierzyć, gdy jest podejrzenie wycieku. Taka prowizorka do niczego nie prowadzi i jest oszukiwaniem własnego sumienia. Podobnie z własnymi brygadami remontowymi, działającymi na zasadzie – odkopać, wyciąć i wstawić nową wstawkę.

Analizując naprawy sieci preizolowanych, w których uczestniczyłem wielokrotnie, stwierdzam, że naprawę sporadycznie wymagana była wymiana niewielkiego odcinka rury, czy kształtki. Z reguły w 95% naprawa polega na usunięciu zawilgoconej izolacji, odtworzeniu i hermetyzacji rury osłonowej i uzupełnieniu pianki PUR. Do tego rzecz jasna potrzebne są nowe umiejętności i inne od dotychczas stosowanych urządzenia i narzędzia. Jednak to nie szczególne, to wszystko jest do zrobienia, tylko trzeba zacząć. Często wiąże się to z nowym etatem, czasami z koniecznością przebranżowienia jednego czy dwóch pracowników. Rzecz oczywista skala tych zmian zależy od wielkości firmy, a przede wszystkim od długości sieci dystrybucyjnej.

Przypomnę to, co często powtarzam w trakcie spotkań z pracownikami firm ciepłowniczych: jeżeli nie chcecie przysporzyć trosk Waszym wnukom, które w przyszłości będą zarządzać firmą, zróbcie porządek z systemami nadzoru Waszych sieci preizolowanych. Czas w tym przypadku nie jest naszym sprzymierzeńcem.

System nadzoru

Jeżeli chodzi o sieci ciepłownicze, to URE publikuje jedynie całkowitą ich długość, bez podziału na typ, a wykaz dotyczy jedynie podmiotów koncesjonowanych. Nie ma ogólnie dostępnych źródeł, w których można by znaleźć dane dotyczące jedynie sieci preizolowanych. Spróbujmy ustalić chociaż z grubsza ile sieci preizolowanych dla celów ciepłowniczych funkcjonuje w Polsce. Założmy, że to 60% wszystkich podległych URE, to daje 13,5 tys. km, do tego dojdą sieci eksploatowane w pozostałych segmentach rynku, przyjmijmy z grubsza – wojsko i więziennictwo – 750 km; ogrodnictwo i rolnictwo – 300 km; spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe – 600 km; zakłady przemysłowe – 300 km; inne podmioty – 50 km. Ogółem przyjmijmy, że na chwilę obecną mamy eksploatowanych w Polsce 15,5 tys. km sieci czyli ok. **30 000 km rurociągów preizolowanych.**

System nadzoru, zwyczajowo nazywany systemem alarmowym to instalacja prowadzona wzdłuż rurociągów ciepłowniczych, z reguły uzupełniona o elementy peryferyjne, pozwalająca na pomiary elektryczne istotnych parametrów układu. Najistotniejszym parametrem, pozwalającym na stwierdzenie zawilgocenia warstwy termizolacyjnej, jest pomiar rezystancji izolacji.

W Polsce utrwały się dwa rodzaje systemów alarmowych, jeden oparty na prowadzonych w elementach preizolowanych drutach miedzianych, nazywany impulsowym, i drugi wykorzystujący przewód miedziany i chromoniklowy, nazywany rezystancyjnym. System rezystancyjny na potrzeby rurociągów preizolowanych został opracowany w drugiej połowie lat siedemdziesiątych ubiegłego wieku przez niemieckiego przedsiębiorcę pana Berndta Brandesa i z tego tytułu w Polsce przyjęła się dla tego typu instalacji nazwa „system Brandes”. Odpowiedzią na niemiecką wersję alarmu był system impulsowy z końcówkami zerującymi opracowany przez duńską firmę IC MØLLER znany pod nazwą Nordic EMS. Systemy różniły się budową, miały jednakże jedno wspólne założenie, które przewidywało, że lokalizację miejsca zawilgoconej pianki poliuretanowej potrafimy przeprowadzić z jednego miejsca, tzw. punktu pomiarowego, dla dowolnego układu rurociągów preizolowanych pod warunkiem, że całkowita ich długość nie przekracza 1 km. To z tamtych czasów pochodzą wytyczne, u nas stosowane w pierwszej połowie lat 90-tych, dotyczące obcinania drutów alarmowych w trójkątach i ich chowania pod zakończeniami termokurczliwymi. W dzielącym nas od tamtych czasów półwieczu w systemie impulsowym zaszły znaczące zmiany, niestety w kategoriach dużego rozczarowania trzeba powiedzieć, że firma Brandes, jeśli chodzi o filozofię swojego systemu nie dokonała żadnych zmian. Wskutek tego w swojej czystej formie jest moim zdaniem w polskich warunkach w obecnych czasach nieakceptowalna, co będzie wynikać z dalszych analiz.

Praktyka

W ramach wprowadzenia do wątku działań praktycznych spojrzmy jeszcze raz na tabelę 1. Po analizie pierwszego wiersza dotyczącego całego kraju, uwzględniającej zatrudnienie i długość sieci w skrajnym zakresie – lata 2002 i 2022 można stwierdzić, że 50% mniej pracowników obsługuje o blisko 50% więcej sieci ciepłowniczych. Rzecz jasna jest to pewne uproszczenie, bo dane dotyczą wszystkich zatrudnionych i całości przedsiębiorstwa, jednak z całą pewnością ta prawidłowość przenosi się także na służby dozoru i eksploatujące sieci ciepłownicze. W moim odczuciu to jedna z głównych przyczyn braku właściwego nadzoru nad sieciami preizolowanymi. Po prostu brakuje ludzi do nadzoru nad sieciami ciepłowniczymi. Wszelkie działania odbywają się na zasadzie akcyjnej, brakuje systematyczności i perspektywiczności. Rurociągi preizolowane ulegają awariom, to nie ulega wątpliwości, na razie nie odnotowuje się zbyt często jakichś spektakularnych wycieków na dużych średnicach, przewrotnie można powiedzieć – na to przyjdzie czas. Na razie zdarzają się przedziewienia cienkich ścianek, np. na zaworze odpowietrzającym, jak to miało miejsce 31 stycznia w Szczecinie.

Zagadnienie napraw rurociągów preizolowanych omówię na dwóch przykładach z różniącymi się systemami alarmowymi.

Sieć pierwsza z systemem Brandes ma długość 4,4 km i 42 punkty dostępu do przewodów alarmowych, była naprawiana jako 6-letnia i funkcjonuje na terenie zakładu przemysłowego. System alarmowy był podzielony na 10 pętli, wyposażonych w urządzenia nadzoru ciągłego. Przed rozpoczęciem prac wszystkie detektory sygnalizowały awarię. Do hermetyzacji złącz stosowano mufy termokurczliwe sieciowane radiacyjnie. Zakres średnic 2 x DN 200 – 2 x DN 32. Moje przypuszczenie jest takie, że sieć była realizowana równocześnie z dużo ważniejszą częścią technologiczną i dlatego nikt specjalnie się nią nie przejmował. Nie było

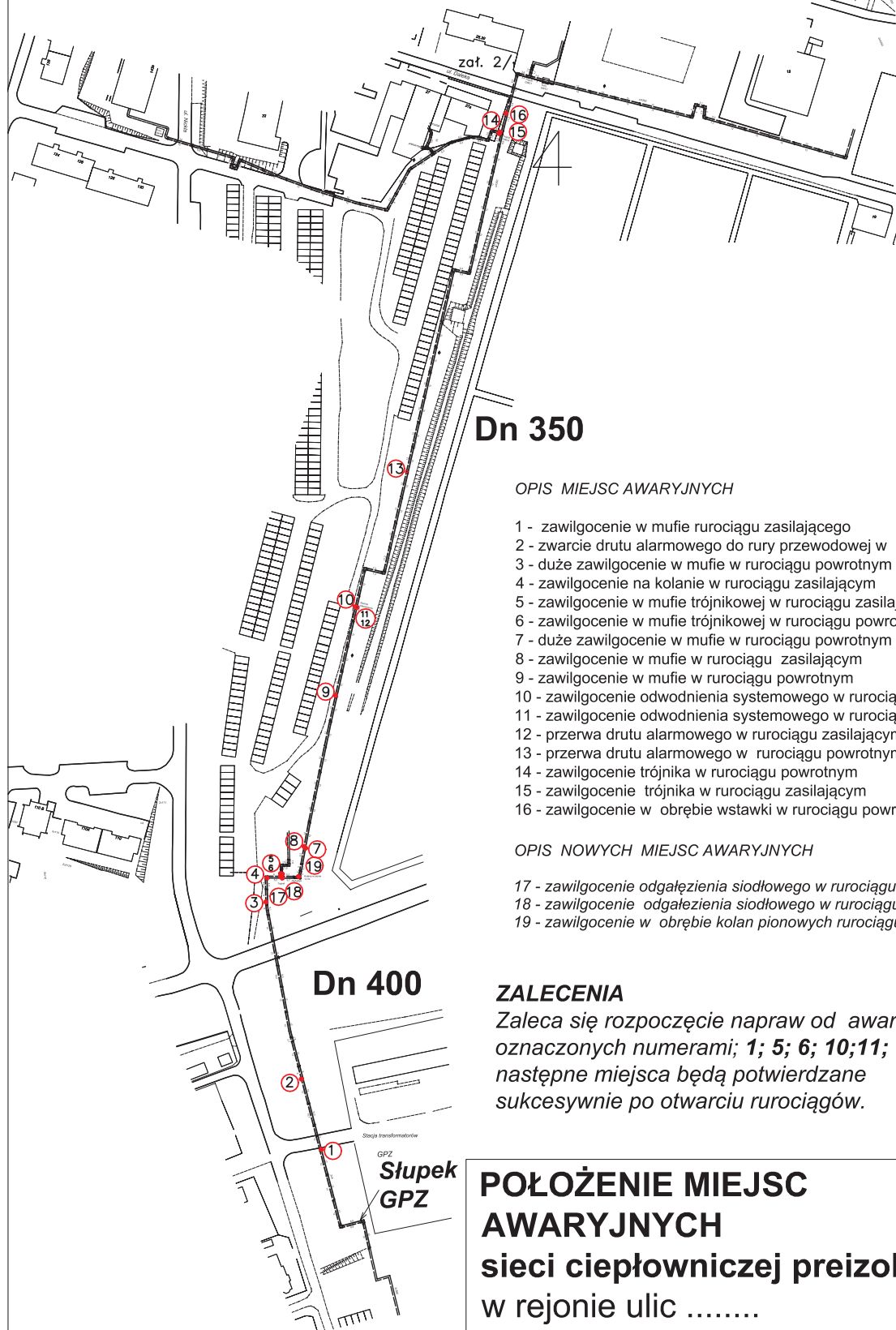
Tabela 1.

Tabela 129. Sieć ciepłownicza* według województw

Województwa	Liczba przedsiębiorstw, które podały informacje			Przeciętne zatrudnienie			Długość sieci ciepłowniczej		
	2002	2021	2022	2002	2021	2022	2002	2021	2022
Polska	727	363	359	54 492	26 677	26 359	17 312,5	22 223,0	22 578,4
Dolnośląskie	45	28	28	3 785	1 793	1 804	1 469,8	2 148,4	2 163,5
Kujawsko-pomorskie	51	22	23	3 554	1 762	1 816	1 127,8	1 401,0	1 423,0
Łubelskie	36	18	18	2 493	1 917	1 890	649,1	1 138,5	1 137,5
Łódzkie	24	6	6	1 504	251	235	316,2	313,3	318,7
Łódzkie	49	28	28	4 413	2 001	1 994	1 351,0	1 675,5	1 693,3
Małopolskie	45	23	22	3 077	2 119	2 096	1 451,2	1 618,0	1 628,9
Mazowieckie	64	33	33	7 619	3 029	2 890	2 679,5	3 131,7	3 160,1
Opolskie	23	13	13	1 358	842	840	519,2	649,2	654,6
Podkarpackie	45	22	22	2 163	1 169	1 112	830,5	751,1	745,1
Podlaskie	23	16	16	1 719	1 079	1 115	479,3	723,6	732,1
Pomorskie	51	25	22	2 753	1 303	1 402	1 130,1	1 624,1	1 763,9
Śląskie	102	44	45	10 434	4 241	4 077	2 664,1	3 487,7	3 474,0
Świętokrzyskie	26	16	15	1 784	1 042	967	373,7	496,7	504,9
Warmińsko-mazurskie	39	21	21	1 814	1 283	1 271	528,1	742,6	779,3
Wielkopolskie	61	26	26	3 525	1 573	1 485	1 056,4	1 303,1	1 348,2
Zachodniopomorskie	43	22	21	2 519	1 274	1 365	686,6	1 018,6	1 051,3

* Długość sieci ciepłowniczej w 2021 r. i 2022 r. zawiera sieć niskoparametrowe (tzw. zewnętrzne instalacje odbiorcze).

miasto na Górnym Śląsku



Rys. 1.

właściwego nadzoru. Dla wygody na potrzeby artykułu nazwijmy tę sieć – **FIRMA**.

Drugi z przykładów to odcinek sieci tranzytowej z systemem impulsowym czterodrutowym doprowadzającej ciepło do osiedla mieszkaniowego wybudowany w 1999 r., w momencie prowadzenia prac były to rurociągi 16-letnie. Średnice 2 x DN 400 – 2 x DN 350 z mniejszymi odgałęzieniami, mufy elektrogrzewane, na odgałęzieniach termokurczliwe sieciowane. Kolana prefabrykowane, odejścia trójnikowe – mufy składane. Długość części magistralnej objętej nadzorem to 616 m z 6 miejscami dostępowymi. Umownie nazwijmy ją **MIASTO**.

Obydwie sieci były naprawiane. W przypadku sieci FIRMA był ogłoszony

wym jest reflektometr. W dużym uproszczeniu, generowany przez urządzenie sygnał elektryczny przebiegający drutem alarmowym testuje stan izolacji i przedstawia to w postaci wykresów. Jeżeli trafi na wilgoć to przebieg odchyła się w dół, przzerwany drut alarmowy, to ostre odbicie w górę. Wykresy można przegrać na komputer i edytować na ekranie, w przypadku badań rutynowych jest to najlepszy sposób obróbki. Przed rozważaniami, tytułem wyjaśnienia, podstawowa zasada analizy wykresów reflektometrycznych mówi – kursor, w tym wypadku na **rys. 1** groty strzałek, ustawiamy w miejscu przełamania wykresu.

Na **rys. 2** pokazano zrzut z ekranu przedstawiający dwa wykresy zebrane ze

w kierunku słupka i stwierdzić, czy odchyłki 1b i 1c związane są z zawilgoceniem, czy jest to tylko zbliżenie drutów alarmowych do rury przewodowej. Zauważmy, że w odległości 85,8 m, której odpowiada pkt. 2b, na drucie czerwonym nie ma żadnego ugięcia (pkt. 2c), to oznacza, że albo biały drut dotyka do rury przewodowej, albo mamy do czynienia z wilgocią tylko z prawej strony rurociągu. Na pierwszy rzut oka wydawać by się mogło, że nieco inna sytuacja występuje w pkt. 3, bo w tym miejscu występuje ugięcie zarówno na drucie białym, jak i czerwonym, przy czym na czerwonym jest znacznie większe, ale teoretycznie może się to wiązać z nierównomiernym zawilgoceniem. Po dokładniejszej analizie widać, że to



Rys. 2.

przetarg obejmujący wszystko – lokalizację, wykopy, naprawy i odtworzenia nawierzchni, sieć **MIASTO** właściciel naprawiał we własnym zakresie, posiłkując się w robotach specjalistycznych firmą zewnętrzną, lokalizację miejsc awaryjnych wykonywałam ze swoim współpracownikiem. Należy zwrócić uwagę na skrajnie różne techniki lokalizacji.

Naprawa sieci **MIASTO** (system impulsowy)

Przebieg sieci z zaznaczonymi punktami awarii przedstawiono na **rys. 1**. W początkowym etapie wyznaczono 16 miejsc z różnymi awariami, najczęściej były to zawilgocenia. W trakcie usuwania awarii były do mierzone kolejne o nr. 17, 18 i 19. Podstawowym przyrządem stosowanym do lokalizacji zawilgocenia i przerwy w systemie impuls-

słupka pomiarowego opisanego w dolnej części **rys. 1** (słupek GPZ). Badany był rurociąg powrotny. Gdy zacisk pomiarowy podpięty był do drutu białego (Pgb) generowany był wykres przedstawiony kolorem zielonym, a dla drutu czerwonego (Pgc) – kolorem czerwonym (kolory narzucane są przez oprogramowanie i nie mają nic wspólnego z rodzajem drutu alarmowego). Przeanalizujemy przebiegi z **rys. 2**, mając świadomość, że analizujemy górną warstwę rurociągu DN 400, a odległość pomiędzy drutami liczona po łuku wynosi 40 – 45 cm. Punkty 1b i 1c leżą w odległości ok. 35 m i w pierwotnych rozważaniach są pominięte. Najistotniejsze są w analizie punkty 2b i 3c. W tych miejscach występują bardzo duże anomalie i od nich należałoby zacząć naprawy. Mając dostęp do drutów alarmowych w 2b i 2c można wykonać pomiary

nie jest to samo miejsce, bo punktowi 3b odpowiada pkt. 3c oddalony od 3c o ok. 7,6 m, więc nie ma mowy, że to jest w tej samej mufie. Takie wrażenie można było mieć tylko przy pierwszym przeglądzie, bo istotne tu jest coś innego, coś co jest przekazywane pomiędzy diagnostami, ale w literaturze nieopisane. Ja to nazywam „odbiciem sygnału”. Przyjrzyjmy się punktom 2b, 3b i 4b, leżą one w odległościach odpowiednio (dane odczytywane z rzeczywistych wykresów): 86,3 m; 164,6 m i 241 m, z kolei punktu na drucie czerwonym: 3c, 4c i 4'c leżą odpowiednio w odległościach: 171 m; 335,1 m i 449,7 m. Występuje tu pewna prawidłowość, każdy następny punkt jest oddalony mniej więcej o tę samą odległość od poprzedniego. Nie jest to jakaś nowość, już kilka lat temu dyskutowałam na ten temat z kolegami z MPEC Kraków (ciekawym jestem

jakiego zdania są obecnie). Moim zdaniem żadne anomalie w punktach 3b, 4b, 4c i 4'c nie istnieją, obserwowane zniekształcenia wykresu mają związek z naturą falową sygnału sondującego. Oczywiście rzecz nie jest taka oczywista, bo obserwuje się mnóstwo wykresów gdzie takiego zjawiska nie ma, ale to już sprawa dla naukowców. To, co z punktu praktycznego jest istotne, w systemie impulsowym jesteśmy w stanie wytypować z b. dużym prawdopodobieństwem miejsce awarii na podstawie przebiegu wykresu reflektometrycznego. W omawianym przypadku na **rys. 1** awarie 2 i 3 odpowiadają punktom 2b i 3c z wykresów na **rys. 2**. Godna omówienia sytuacja wystąpiła w trakcie dalszych prac. Przyjrzyjmy się **rys. 3**. W pierwszej fazie wytypowano pkt. 4, 5, 6, z tych miejsc nie było problemu, aby stwierdzić wilgoć w punktach 17 i 18, były to dolne odejścia siodłowe ABB. Po usunięciu mokrej pianki w tych miejscach wykonano pomiary kontrolne w obydwu kierunkach. Na rurociągu powrotnym stwierdzono nieprawidłowość na kolanie rurociągu powrotnego (pkt. 19) na zasilaniu widoczne wyraźnie było odległe już stwierdzone wcześniej zawilgocenie. Po odkryciu pary kolan w rejonie punktu 19 (**fot. 3**), stwierdzono niepokojący wygląd także kolana na zasilaniu, postanowiono wykonać rozkop w kierunku trójnika. To, co odkryto (**fot. 4**) było bardzo zaskakujące. Tak wyglądała rura DN 400, na którą zadziałała olbrzymia siła wywołana

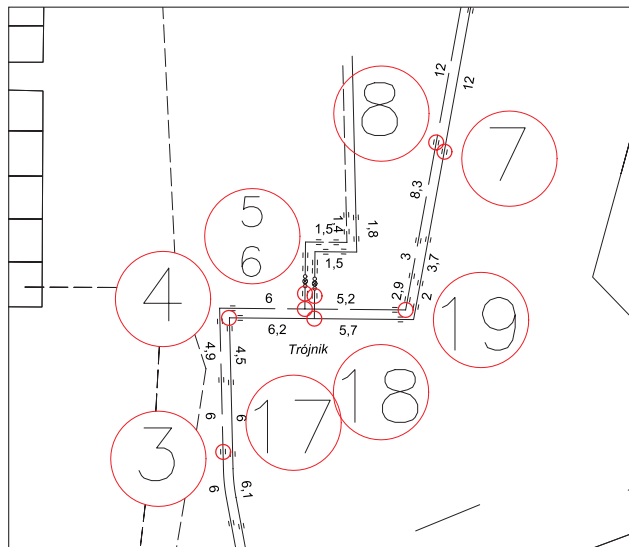


Fot. 3.



Fot. 4.

Rys. 3.



uskokiem liniowym związanym z działalnością kopalni. Co ciekawe, odkształcenie w postaci ugięcia i fałdy nie wpłynęło w żaden sposób na pracę układu. Odkrycie tej usterki było przypadkowe, do szukania skłaniały zdeformowane kolana (nr 19 **rys. 3**).

Naprawa sieci FIRMA (system rezystancyjny)

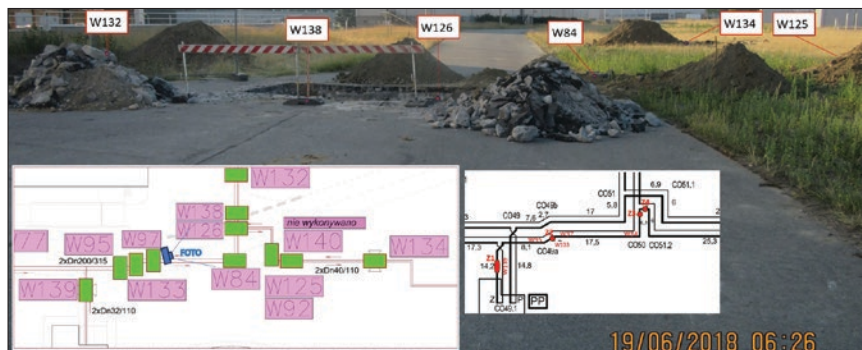
Niewątpliwie na rozległość napraw miał wpływ brak właściwego nadzoru w trakcie budowy, do tego należy dodać brak koronowania elementów preizolowanych u wytwórcy, wskutek czego woda z zalanej mufy w bardzo wielu przypadkach migrowała po pianie wzdłuż płaszcza czasami na kilka metrów. Po wykonanej naprawie, detektory LPS-2r na wszystkich 8 pętach (system zoptymalizowano) świeciły na zielono, tzn. nie zgłaszały awarii, przy czym nie na wszystkich pętach rezystancja izolacji wynosiła MH 0.

Bardzo dużo zawilgoconych muf i bardzo wiele miejsc z wilgocią rozległą wymagało niespotykanej liczby wykopów. Ogółem, aby system doprowadzić do ładu wykonano, w pełni udokumentowanych **146 wykopów**. Każdy z wykopów wiązał się z pracami na jednym lub obydwu rurociągach. W jednym przypadku wykop nie był konieczny, wskutek mylnej interpretacji wykresów re-

flektometrycznych, zaburzenia pochodzące od przewodów alarmowych prowadzonych przez preizolowane kompensatory mieszkowe zinterpretowano jako zawilgocenia. Do diagnostyki służyły oryginalne przyrządy firmy Brandes – BS-MH 3 oraz BS – POK, jak również Levra LP-10S i LH-20S, sporadycznie stosowano przyrząd Sonel MIC 3 do pomiaru rezystancji izolacji oraz Sonel LKZ-700 do lokalizacji położenia przewodów alarmowych w rurociągu. Zastosowanie miał też reflektometr Riser Bond 1205T. Wykopy wykonywano etapami na poszczególnych fragmentach sieci. Rygorystycznie było przestrzegane zalecenie zlecającego, aby nie rozkopywać zbyt dużo terenu. Wykop nie mógł być otwarty w nieskończoność, przed przeniesieniem w następny rejon teren poprzedni musiał być odtworzony. Może się wydać dziwne, że wykonano aż tyle wykopów, jednak w systemie rezystancyjnym, jeżeli na jednym drucie czujnikowym jest więcej niż jedno zawilgocenie, to sprawa się komplikuje.

Brandesowa rzeczywistość

Ten fragment przeznaczony jest dla osób, które chcą poznać specyfikę lokalizacji wilgoci wielokrotnych i rozległych. Nieprzeczytanie tego ustępu nie wpływa na ogólny ogląd spraw.



Fot. 5.

Na **fot. 5** przedstawiającej rozłożenie wykopów nałożono wycinek przebiegu sieci z numeracją wykopów z zaznaczeniem miejsca, z którego wykonano fotografię oraz fragment schematu alarmowego dotyczący widocznego miejsca. Na schemacie alarmowym naniesiono orientacyjnie miejsca, na których po lokalizacjach usunięto zawilgoce- nia, mówimy o rurociągu zasilającym. Zawilgo- cenie Z1 (**Fot. 6**) miało formę rozległą



Fot. 6.



Fot. 7.

i było związane z zaworem odcinającym. Z2 (**fot. 7**) to wilgoć skupiona, nieszczelna mufa została wymieniona na mufę elektrogrzewa- ną (rurociąg po lewej stronie). Zawilgozenia Z3 i Z4 związane były z trójnikiem wznó- śnym, a ich umiejscowienie pokazane jest na **fot. 8**, dla tej historii ważne jest tylko, że były.



Fot. 8.

Tu jedno wyjaśnienie wykopy W92 (grudzień 2017) i W125 (czerwiec 2018) wykonywane były w tej samej lokalizacji. Podany opis doty- czy lokalizacji zawilgozenia Z1 i Z2. Pętla, której fragment widzimy miała 760 m długo- ści i 9 punktów z dostępem do przewodów alarmowych. Przy tego typu pracach podsta- wową zasadą jest sprawdzenie zgodności z posiadanym schematem przebiegu prze-

wodów alarmowych. Jeśli już tego jesteśmy pewni, rozpinamy przewody we wszystkich możliwych miejscach. Zaczynamy lokalizację (oznaczenia jak na schemacie alarmowym) wykonując pomiar rezystancji izolacji po przewodzie czujnikowym z puszek pomiaro- wej PP (ozn. CO49.1). Wynik jest oczywiście negatywny, np. MH2, nie mówi on jednak, czy mamy do czynienia z jednym, czy z wie- loma zawilgozeniami. Powinniśmy wykonać lokalizację. Ponieważ w rurociągu powrot- nym także występują zawilgozenia, nie mo- żemy go wykorzystać jako drogi powrotnej dla pomiarów lokalizacyjnych. Z krążkiem zaizolowanego przewodu elektrycznego, np. Cu 0,75 mm² idziemy do najbliższego węzła, do którego prowadzi przewód czujnikowy, w tym przypadku było to ok. 160 m, a wej- ście do węzła było przewodem zielonym. Tworzymy obwód zastępczy, przeciągamy przewód pomocniczy, tworząc pętlę pomia- rową, ponieważ wynik lokalizacji był niepo- myślny, konieczne było wykonanie rozdziału pętli. Wykop w 84 zdecydowano wykonać w jednym możliwym miejscu leżącym poza asfaltem (**fot. 9**). Z okienka widocznego na



Fot. 9.

zdjęciu wykonano pomiar rezystancji izolacji i lokalizację w obydwie strony. Oczywiście wynik był negatywny, bo w kierunku źródła pomiar obejmował wilgoć Z1 i Z2, a w kie- runku odbioru Z3 i Z4, i dodatkowo następne niezaznaczone na rysunku. Następnym wy- kopem W95 (**fot. 10**) udało się wydzielić wilgoć W1, którą zlokalizowano na zaworze odcinającym W139 (**fot. 11**) i usuwano do- piero po pół roku, tak samo, jak tę w wykopie W133 (**fot. 7**), która była lokalizowana z wy- kopu W97.

Zasadniczy problem z systemem Bran- des polega na tym, że nadaje się on tylko dla przypadków, gdy na pętli pomiarowej występuje tylko jedno skupione zawilgoce- nie. Jeżeli jest ono rozległe, ewentualnie jest



Fot. 10.



Fot. 11.

ich kilka, to w sposób świadomy musimy szukać na rurociągu miejsca suchego, które rozdzieli występujące zawilgozenia, dostać się do przewodów alarmowych i prowadzić lokalizację. Oczywiście może się zdarzyć, że za pierwszym razem to się nie uda, jeśli chcemy koniecznie usunąć awarię, musimy próbować aż do skutku. W przypadku wil- goci rozległych, szczególnie przy nieszczel- nej spoinie, lub perforacji rury przewodowej, po trafieniu w zawilgocone miejsce, rozkopujemy rurociąg w obydwie strony, aż izolacja będzie sucha, często jest to kilkana- ściu, kilkadziesiąt metrów. Zresztą proble- mów jest więcej, o czym w podsumowaniu.

Żywotność

Żywotność rurociągów kanałowych, przy obecnej technice uzdatniania wody sieciowej, jest uzależniona zasadniczo od zjawisk korozyjnych na zewnętrznej po- wierzchni rury przewodowej. Korozja poja- wia się w momencie rozszczelnienia kanału i ingerencji wody w izolację i na powierzch- nię rury. Zasadniczo są to zjawiska niewykry- walne przez służby eksploatacyjne, ani ter- mowizją, ani sprawdzanie robotem z kame- rą, nie są w stanie odkryć wszystkiego. Do- wiadujemy się o nich pośrednio w momencie

małej perforacji, gdy zwiększają się nieznacznie ubytki wody sieciowej i pojawiają niewielkie szумы wypływu, ewentualnie dużej, gdy nastąpi „rozdarcie” rury pod wpływem wzrostu ciśnienia, czy też uderzeń hydraulicznych, mechanizm został dokładnie opisany w artykule dot. analizy przyczyn awarii [2]. Na **fol. 12** przedstawiony został



Fot. 12.

przypadek korozji ogólnej, widać tu ubytek grubości ścianki na stosunkowo dużej powierzchni. W tym wypadku wystarczył wzrost ciśnienia czynnika, by osłabiona ścianka nie wytrzymała. Pomiędzy siecią kanałową a preizolowaną, jeśli chodzi o procesy korozyjne, występuje jedna zasadnicza różnica, to dostęp tlenu. W komorach, czy kanałach jest go pod dostatkiem i korozja może postępować w sposób swobodny, oczywiście dodatkową rolę odgrywa agresywność środowiska, jednak czynniki decydujące o szybkości korozji: temperatura i tlen są zapewnione. Inaczej sprawa wygląda w rurociągach preizolowanych. W przypadku nieszczelności mufy dostaje się do niej woda, jednak tlen nie ma do stali swobodnego dostępu. W rezultacie mokra rura stalowa ulega korozji w niewielkim stopniu. Z całą pewnością osoby zajmujące się naprawami rurociągów preizolowanych natrafiały pod wilgotną izolacją na prawie nieskorodowane odcinki stalowe. Na **fol. 13 i 14** pokazano złącza po



Fot. 13.

demontażu muf składanych i usunięciu mokrej pianki PUR na 15-letniej sieci, na których praktycznie nie widać śladów korozji. Zdecydowanie inaczej wygląda stal w mufie, która została uszkodzona. Widoczna fragmentarycznie na **fol. 15** mufa elektrogrzewana była jakiś czas wcześniej uszkodzona w trak-



Fot. 14.



Fot. 15.

cie kładzenia kabla energetycznego, wskutek tego pomiędzy pianką, a rurą stalową wytworzyła się szczelina powietrzna, do której dostała się wilgoć z gruntu. Wszystko zostało zasypane bez powiadamiania właściciela sieci. Trudno powiedzieć jak długo taki stan trwał, widać jednak postępującą korozję atmosferyczną. Tutaj perforacja nastąpiłaby w ciągu kilku lat.

Rozważając aspekt żywotności rurociągów ciepłowniczych, można stwierdzić, że w przypadku sieci kanałowych jedynym czynnikiem mogącym skrócić żywotność rurociągów jest korozja zewnętrzna. Jeżeli w kanale jest sucho, to praktycznie nie ma czynników, które powodowałyby zniszczenie rurociągów. Niewątpliwym problemem jest lokalizacja miejsc korozyjnych. Teoretycznie nie ma z tym problemu w przypadku rurociągów preizolowanych, bo dzięki systemowi alarmowemu jesteśmy w stanie zlokalizować miejsce zawilgoconej izolacji i tę wymienić na suchą. Niby proste, a jednak w ogólnym zarysie krajowego systemu ciepłowniczego tego się nie robi. Albo się nie wykonuje pomiarów, albo nawet gdy wyniki są złe, nie podejmuje się działań naprawczych, oczywiście z wyjątkami. Z pełną odpowiedzialnością należy stwierdzić, że w przypadku zawilgoconych rurociągów preizolowanych, ale nienaruszonej pianki izolacyjnej, która tworzy barierę przed dopływem tlenu, bez żadnych problemów wytrzymają one co najmniej 30 lat, a z pewnością dużo dłużej. Inaczej sprawa wygląda w przypadku ingerencji wody agresywnej. Na **fol. 16** widoczne jest miejsce nacieku wody ze studzienki kanalizacji sanitarnej. Po trzech latach, co prawda nie doszło jeszcze do perforacji, ale element musiał być wymie-



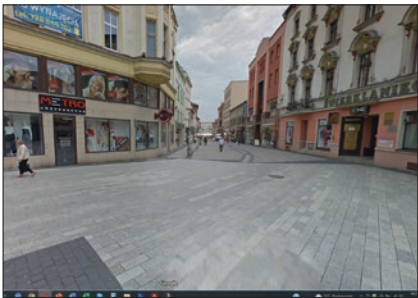
Fot. 16.

niony. Żywotność rurociągów preizolowanych badały instytuty w Niemczech, Danii i Szwecji, w zależności od instytucji mówiło się o żywotności 60 – 100 lat. Oczywiście to tylko prognozy, bo badania były wykonywane metodą przyspieszonego starzenia. Jak by na sprawę nie patrzeć, wiele wskazuje, że także zawilgocone rury preizolowane potrafią służyć kilkadziesiąt lat.

Podsumowanie

Większość właścicieli sieci zaniedbuje napraw rurociągów preizolowanych. Firmy wykonawcze wolą budować niż naprawiać. Prędzej czy później temat napraw stanie się aktualny, teraz są to przypadki sporadyczne, prawdziwe wyzwanie pojawi się, gdy wszystkie zawilgocone miejsca zaczną perforować, a powszechnie panująca opinia o bezproblemowej lokalizacji miejsca wycieku zostanie zweryfikowana. Nie ma tu miejsca na szczegółowe omówienie tematu, jednak każdy eksploatacator musi mieć świadomość, że lokalizacja miejsca wycieku nie polega na radiestezji, lecz na analizie schematu alarmowego i montażowego oraz wykorzystaniu aktualnej mapy geodezyjnej. Wbrew obiegowej opinii, woda z rurociągu preizolowanego, w przypadku wycieku, wcale nie musi wydostawać się na powierzchnię ziemi, a jeśli już, to niekoniecznie będzie to miejsce tuż nad dziurą w rurze. Mamy piękne centra miast, pod skwerami, ulicami i chodnikami prowadzone są rurociągi ciepłownicze z systemem alarmowym. Problem pojawia się, gdy trzeba kopać. Pytanie jest proste – w którym miejscu?

Spójrzmy na **rys. 4**, przedstawiający schemat alarmowy Brandes (rurociąg zasilający) sieci prowadzonej w obrębie ścisłego centrum miasta średniej wielkości. Jeśli na coś takiego się decydujemy, to bezwarunkowo system nadzoru musi być pod stałą kontrolą, a po wykryciu awarii natychmiast muszą być podjęte działania naprawcze. Uzasadnienie jest oczywiste, w systemie Barandes pojedynczą wilgoć, przy wiarygodnym schemacie jesteśmy w stanie znaleźć z bardzo dużą dokładnością. Myślę, że lokalizacja byłaby tak dokładna, że, spoglądając



Fot. 17.

na widoczną na fot. 17 nawierzchnię, pod widoczną ulicą ułożone są rury odrzutu skierowanego na rys. 4 w dół, bylibyśmy wskazać płytki granitowe, które należy zdemonstrować, aby wykonać naprawę. Dokładność lokalizacji pojedynczej wilgoci jest niestety jedyną zaletą Brandesa w obecnej formie.

System Brandes jest rozwiązaniem archaicznym, nienadającym się na polskie warunki. Uzasadnię to skrótno nie wchodząc w szczegóły.

1. Absolutnie błędnym założeniem jest możliwość lokalizacji na pętli o długości do 1 km z jednego punktu tam, gdzie projektowana jest puszka pomiarowa BS-MD. Po pierwsze, musimy uwzględnić niedokładności schematów, a po drugie wykazał to Pan Leszek Wróbel w instrukcji [3] do przyrządu lokalizacji. Rezystancja

przewodu powrotnego musi być brana pod uwagę.

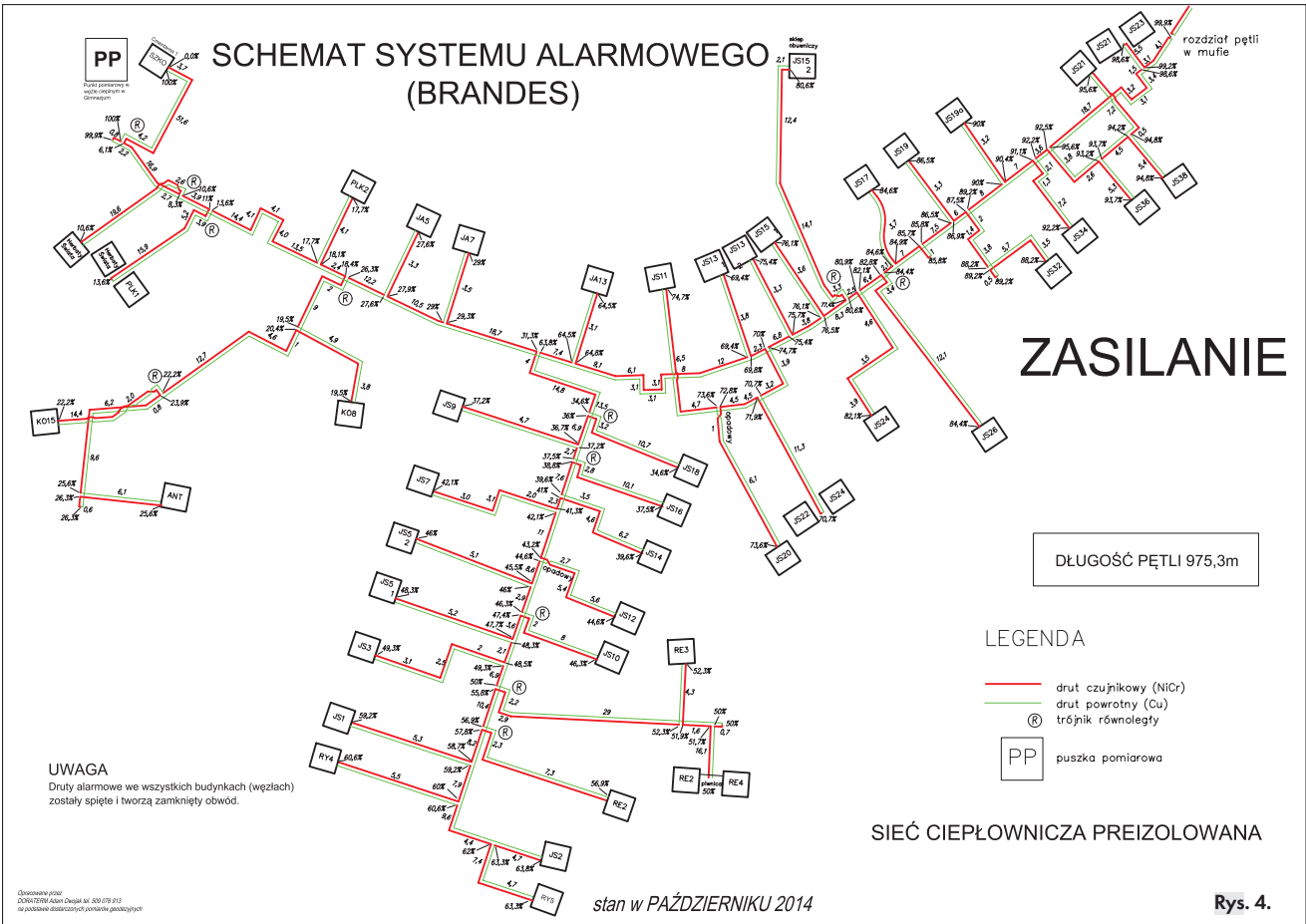
2. Z powyższym problemem można sobie poradzić wchodząc do obiektów w pobliżu miejsca wytypowanego na podstawie wstępnego pomiaru z puszki pomiarowej i domierzając po utworzeniu dużo krótszej pętli. Tutaj pojawia się następny problem, brak możliwości właściwego pomiaru. Brandes przewiduje, że w węzłach ciepłych, czy ogólnie we wszystkich punktach dostępu, należy montować puszki BS-AD. Puszka jak puszka, ma odpowiednią liczbę zacisków, problemem jest jednak BS-SL2, czyli przewód dwużyłowy doprowadzający sygnał spod zakończenia termokurczliwego od przewodów alarmowych. Brak żyły połączonej z masą rury jest poważną uciążliwością, czasami uniemożliwia wykonanie pomiarów, a bardzo często wiąże się z wycinaniem izolacji z części tradycyjnej rurociągu. Teoria o tym, że w węzle zawsze znajdzie się dostęp do „gołej” rury jest o tyle chybiona, że często rury ciepłownicze wchodzą do obiektów w innych pomieszczeniach niż węzeł i są całkowicie zaizolowane.
3. W systemie Brandes nie ma nic na temat lokalizacji miejsc przerwania przewodu alarmowego. Metoda pojemnościowa

nie zawsze zdaje egzamin, stosowanie reflektometru jest możliwe, jednak wymaga pewnego doświadczenia, bo VOP jest inne niż w systemie impulsowym, a na dodatek różne w zależności czy pomiar wykonujemy po przewodzie czujnikowym, czy powrotnym. Sytuacja komplikuje się dodatkowo, jeśli mierzymy odcinek, na którym występują obydwa rodzaje przewodów. W przypadku korzystania z reflektometru ponownie daje znać o sobie brak przyłączenia do masy na wyprowadzeniu przewodów alarmowych, ponieważ warunkiem koniecznym w reflektometrii jest równoległość od początku prowadzenie sygnału od drutu alarmowego i od masy

4. Technicznie nieudanym rozwiązaniem jest przyłącze masowe BS-RFA. Pomijając archaiczną kostkę porcelanową,

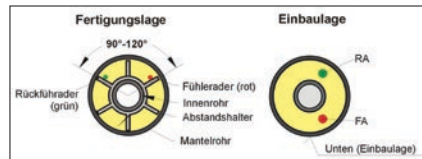


Fot. 18.



zauważyć należy, że bezsensowne jest stosowanie puszek o szczelności badającej IP65, gdy w pobliżu mamy otwarty dostęp do przewodów alarmowych (fot. 18) właśnie na tym przyłączu.

5. Tylko brakiem wyobraźni można nazwać zalecenie (rys. 5) [4] dotyczące położenia przewodów w trakcie budowy. Tylko



Rys. 5.

ekipa, która nie miała do czynienia z naprawami rurociągów preizolowanych może wymyśleć coś takiego. Przecież w przypadku wilgoci wielokrotnych, szczególnie w systemie Brandes bez wykonywania okienek kontrolnych nie ma szans na lokalizację awarii. A okienko wykonujemy nad określonym przewodem alarmowym, najczęściej jest to czujnikowy (czerwony). Wykonane okienko musi być potem szczelnie zamknięte metodą spawania ekstruzyjnego. Przy takim ułożeniu przewodów alarmowych jest to niewykonalne. Na szczęście, za sprawą firmy Finpol w Polsce przyjęło się układanie wg ogólnej zasady – przewody za 10 druga, czerwony po prawej stronie patrząc od strony źródła.

6. Sprawa następna związana z przewodami alarmowymi w Brandesie, to faktyczny pomiar rezystancji izolacji tylko z przewodu czujnikowego. To oznacza ni mniej ni więcej, że w przypadku, gdy zawilgocenie pianki wystąpi tylko z jed-

nej strony w przekroju rurociągu, przyrządy będą wskazywały stan dobry, pomimo mokrej pianki pod przewodem powrotnym. Sprawę z tym związaną są wytyczne największego polskiego właściciela systemu ciepłowniczego, w których mówi się, że dopiero od średnicy DN 450 należy stosować dwie pary przewodów alarmowych. Nie ulega wątpliwości, że pojawią się tam za jakiś czas perforacje rurociągów DN 250 – DN 400 zawilgoconych od strony przeciwnej w stosunku do przewodu czujnikowego. Owszem, może niewielka część tej wilgoci spenetruje częściowo górną część pianki, jednak wskazanie typu MH10 – MH12 nie będzie budziło niepokoju, nie mówiąc o tym, że będzie niemożliwe do zlokalizowania nawet przez „ekipę Brandesa”.

7. Następnym problemem jest przewód zielony, powrotny. Co do zasady nie ma możliwości lokalizacji zawilgocenia, jeżeli przewód zielony jest także zawilgocony. Niestety nie ma wyraźnych zaleceń projektowych, aby dla dłuższych przebiegów rurociągów głównych, zamiast zapętlenia w mufach stosować wyprowadzenia, co umożliwi sprawdzenie suchości przewodu zielonego. A to jest warunek konieczny przy nieprawidłowych wskazaniach lokalizatora. Takie wskazania występują zarówno przy wilgoci wielokrotnej na przewodzie czujnikowym, jak i przy zawilgoconym przewodzie powrotnym.
8. Naprawy sieci ciepłowniczych z systemem Brandes, na których występuje wiele zawilgoceń nie są łatwe, bo oprócz posiadania sprzętu do robót

ziemnych wymagają pracy diagnosty znającego dobrze ten system, i brigady umiejaczej usunąć zawilgoconą izolację, zahermetyzować płaszcz i wypełnić pustą przestrzeń pianką PUR. Wbrew ogólnemu mniemaniu, naprawy nie polegają na wymianie odcinków rurociągów, nie ma więc konieczności opróżniania rurociągów z wody sieciowej.

Należy przyznać, że system impulsowy także nie jest rozwiązaniem idealnym, tu przy naprawach firma musi mieć także doświadczenie. Jednakże nie ulega wątpliwości, że przy dużej liczbie zawilgoceń ilość wykopów będzie znacznie mniejsza w porównaniu z sytuacją, gdyby realizacja była w systemie Brandes. Wynika to z techniki lokalizacji w systemie impulsowym. Zasada jest prosta, lokalizujemy widoczną na wykresie, niekoniecznie najbliższą, jednak dającą najwyraźniejszy sygnał wilgoć. W trakcie jej usuwania wykonujemy pomiary w obydwu kierunkach, do źródła i odbiorów, i potwierdzamy te wcześniej mniej wyraźne miejsca. W ten sposób krok po kroku usuwamy kolejne zawilgocenia. Jeżeli chcielibyśmy to w jakiś sposób sformalizować, stosując współczynnik stanowiący iloraz: liczba koniecznych wykopów : liczba zawilgoceń, to w zależności od stopnia degradacji i charakteru sieci wynosiłby on dla systemu impulsowego 1 – 1,2, natomiast dla Brandesa 1,5 – 2,0, to wynika z doświadczenia.

Polskie ciepłownictwo przeżywa trudny okres, dekarbonizacja związana jest z pogorszeniem wyników ekonomicznych i pojawieniem się wielu ważniejszych niż nadzór nad sieciami tematów. Prawda jest taka, że wymienia się sieci kanałowe na preizolowane nie dbając o nie w trakcie eksploatacji. To oczywiście będzie zmartwieniem wnuków obecnie zarządzających sieciami, bo tyle czasu pomimo zawilgocenia one wytrzymają. Życzymy sobie, aby po dekarbonizacji, nasi potomkowie nie mierzyli się z takimi samymi newsami jak te zacytowane na wstępie.

W artykule wykorzystano materiały autora oraz:

- [1] Urząd Regulacji Energetyki, „Energetyka Ciepła w liczbach – 2022, Warszawa październik 2023
- [2] Maciej Chorzeński, Michał Pachocki. „Analiza przyczyn awarii kanałowej sieci ciepłowniczej w okresie Przejściowym”. Instal 7-8/2021 str. 9 – 14. DOI 10.36119/15.2021.7-8.1.
- [3] Elektroniczny Zakład Usługowo – Produkcyjny LEVR, Instrukcja obsługi przyrządu LP10S ver. 17.05 str. 3
- [4] Materiały firmy Brandes „Ader-Einbauanweisung. Kunststoffmantelrohr (TH 70 004 0001F) str. 2-5

