

## Korzyści płynące z modernizacji rurociągów w celu wydłużenia czasu ich eksploatacji

### Streszczenie

W artykule omówiono główne problemy techniczne limitujące czas bezpiecznej pracy rurociągów. Zrelacjonowano dotychczasowe doświadczenia Pro Novum związane z przedłużeniem trwałości rurociągów. Zaprezentowano algorytm postępowania pozwalający na dobre przygotowanie, a następnie na przeprowadzenie modernizacji pod kątem oczekiwanej trwałości.

Zaproponowano opiekę diagnostyczną nad zmodernizowanymi rurociągami.

### Wprowadzenie

Problem przedłużenia czasu bezpiecznej eksploatacji rurociągów energetycznych nie jest kwestią ostatnich lat, bo pojawił się już w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku, gdy bloki energetyczne projektowane na 100 000 h pracy zaczęły zbliżać się do tej granicy. Wówczas na bazie doświadczeń własnych i zagranicznych przedłużono resurs o dalsze 100 000 h. Od tego czasu zaczęto projektować rurociąg na 200 000 h pracy. Ta magiczna na swój sposób liczba zainspirowała Prezesa Urzędu Dozoru Technicznego do powołania Zespołu „RP 2000”, którego inauguracyjne spotkanie miało miejsce 15 marca 2003 r. Zadaniem zespołu było opracowanie raportu o stanie głównych rurociągów pary, które przepracowały 100 000 h i więcej oraz opracowanie instrukcji (procedury) badań i kryteriów ich oceny. Prace Zespołu trwały ponad rok, ale zanim przyniosły zakładany rezultat, zostały zawieszono przez koordynatora prac Zespołu.

Przytłaczająca większość elektrowni o blokach 120 MW i 200 MW przepracowała już 200 000 h i więcej. Podobnie rzecz się ma z elektrociepłowniami zawodowymi i przemysłowymi. Sytuacja ekonomiczna kraju nie rokuje szybkiej budowy nowych, dużych źródeł energii, a zatem dzisiaj powinniśmy oczekiwać wyników pracy Zespołu „RP 300.000”, a może nawet „RP 350 000”.

### Warunki i problemy związane z modernizacją rurociągów

Modernizacja rurociągów, której celem jest wydłużenie czasu ich bezpiecznej eksploatacji, wymaga pełnej wiedzy o stanie technicznym rurociągów, która oczywiście uwzględni całą historię eksploatacji [20÷23]. W chwili obecnej największym problemem jest uzyskanie kompletnych danych o historii eksploatacji rurociągów. Informacje o łącznym czasie pracy rurociągów są najczęściej w miarę dokładne, chociaż i w tym przypadku czas pracy w pierwszych latach eksploatacji jest szacowny (bo nie było rejestracji od chwili uruchomienia). Ilość uruchomień, a zwłaszcza ich podział na uruchomienia z różnych stanów cieplnych, jest informacją trudną do zdobycia i często tylko szacunkową. Jeszcze gorzej wygląda sprawa z informacjami o:

- ◆ zaistniałych awariach i sposobach ich usuwania,
- ◆ wymianach elementów i ich powodach,
- ◆ programach dotychczasowych badań diagnostycznych i ich wynikach.

Odrębnym problemem, który niestety występuje bardzo często, to stan i zawartość dokumentacji technicznej rurociągów. W krańcowych przypadkach konieczne jest odtworzenie dokumentacji po przeprowadzeniu inwentaryzacji. Biorąc powyższe pod uwagę należy stwierdzić, że w chwili obecnej głównym źródłem wiedzy o stanie technicznym rurociągów są bieżące badania i pomiary diagnostyczne. W związku z tym programem badań diagnostycznych powinien być opracowany

z wielką pieczołowitością i obejmować swym zakresem wszystkie elementy krytyczne rurociągów. Program powinien być uzgodniony z UDT i przygotowany z takim wyprzedzeniem aby był czas na dokładne zaplanowanie czasu i budżetu badań i pomiarów. Kolejnym problemem są kwestie materiałowe, a ściślej czas oczekiwania na konkretne elementy krytyczne rurociągu, szczególnie na kształtki i armaturę.

### Doświadczenia Pro Novum związane z przedłużeniem czasu bezpiecznej eksploatacji rurociągów

Prowadzenie szeroko rozumianej diagnostyki urządzeń ciepło-mechanicznych pozwoliło na systematyczne zdobywanie wiedzy między innymi o stanie technicznym rurociągów. W 1993 roku w Pro Novum opracowano i uzgodniono z UDT „Instrukcję badań, pomiarów i oceny stanu technicznego głównych rurociągów parowych w elektrowniach i elektrociepłowniach”, która wprowadziła standardy w pracach diagnostycznych w tym zakresie.

Pierwsze prace związane z wydłużeniem czasu pracy głównych rurociągów parowych bloku 120 MW prowadzone były w 1999 roku [1]. Zalecono wówczas wymianę czterech kolan, których czas bezpiecznej eksploatacji był znacznie niższy od zakładanego czasu pracy bloku. Począwszy od roku 2000, w oparciu o gruntowną wiedzę diagnostyczną, Pro Novum prowadzi prace związane z wydłużeniem czasu bezpiecznej eksploatacji bloków 120 MW i 200 MW w niektórych Elektrowniach Południowego Koncernu Energetycznego [2-14]. Oprócz wymiany najbardziej wyczerpanych elementów krytycznych przeprowadzono gruntowną modernizację systemu zamocowań. Omawiane rurociągi objęte są nadzorem diagnostycznym w ramach, którego kontrolowany jest stan zamocowań, przemieszczenia cieplne rurociągów oraz prowadzone są badania tych elementów, których stan techniczny tego wymaga. Ponadto stały nadzór diagnostyczny pozwala na optymalizację programów okresowych badań i pomiarów diagnostycznych. Generalnym celem prowadzonych prac jest zapewnienie bezpiecznej eksploatacji bloków do 300 000 h pracy.

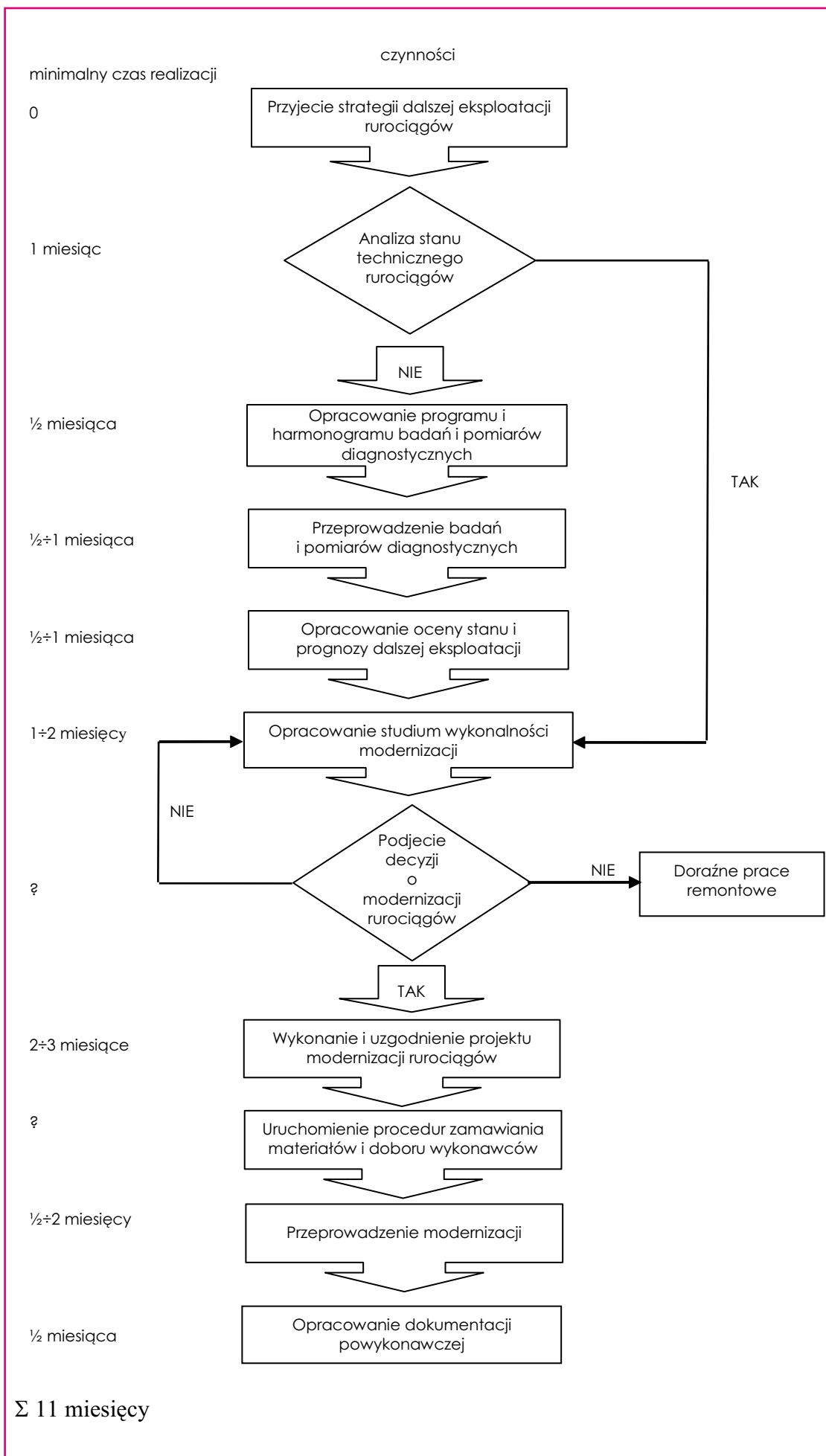
Innym, ale nie mniej ważnym doświadczeniem Pro Novum jest przedłużenie czasu eksploatacji rurociągów w układzie kolektorowym w jednej z elektrociepłowni przemysłowej [15÷19]. Dzięki jasno określonej strategii i precyzyjnemu planowaniu było możliwe zdobycie pełnej wiedzy diagnostycznej o rurociągach. Po analizie stanu technicznego rurociągów z jednej strony i oczekiwań Użytkownika z drugiej opracowano projekt modernizacji, który został uzgodniony z UDT. Pierwszy etap modernizacji został już z powodzeniem zrealizowany w 2008 roku, drugi z racji sytuacji ekonomicznej branży został odłożony, mamy nadzieję na niezbyt odległą przyszłość.

### Algorytm postępowania przy modernizacji rurociągów

Biorąc pod uwagę ponad dziesięcioletnie doświadczenie Pro Novum w modernizowaniu rurociągów na określony czas eksploatacji, można stwierdzić, że wypracowany został algorytm postępowania którego ramowa postać wygląda jak na rysunku.

### Stały nadzór diagnostyczny

Wieloletnie doświadczenie diagnostyczne pozwoliło wypracować Pro Novum usługę, którą nazywamy „Stałym nadzorem diagnostycznym”. W ramach stałego nadzoru realizowane są następujące prace:



- ♦ opracowanie i bieżące weryfikacje programów badań diagnostycznych,
  - ♦ analiza bieżących warunków pracy (temp. metalu, parametry czynnika) w typowych stanach pracy rurociągów:
    - praca stacjonarna,
    - uruchomienia/odstawienia,
    - rezerwa (rurociągi lub/i odcinki rurociągów pod ciśnieniem bez przepływu czynnika),
  - ♦ ocena stanu zamocowań (w szczególności po wystąpieniu stanów awaryjnych),
  - ♦ ocena aktualnego stopnia wyczerpania trwałości elementów krytycznych rurociągów,
  - ♦ weryfikowanie prognozy w trybie *on-line*,
  - ♦ rozwiązywanie bieżących problemów diagnostyczno-remontowych.
- Serwis diagnostyczny j.w. można zrealizować przy wsparciu specjalistycznego oprogramowania LM System PRO®+.

## Podsumowanie

Rozpoczynając prace związane z przedłużaniem czasu bezpiecznej eksploatacji rurociągów zadaliśmy sobie pytanie; czy nasza idea jest słuszna? i czy ma ekonomiczne uzasadnienie? Alternatywą dla omówionych wcześniej działań była całkowita wymiana rurociągów i wielu użytkowników skłaniało się do tej koncepcji. Po ponad dziesięciu latach doświadczeń możemy powiedzieć, że warto i to po wielokroć warto prowadzić modernizację rurociągów, ponieważ:

- został wdrożony skuteczny sposób postępowania – zdobyto wiedzę i doświadczenie,

- nakłady na modernizację są niższe od kosztów pełnych wymian o około 70%,
- czas realizacji jest niewspółmiernie krótszy, od czasu wymiany – prace na rurociągach można przeprowadzić w czasie do 4 tygodni,
- dokumentacja modernizacji rurociągów podlega jedynie uzgodnieniu z UDT i jako remont nie jest objęta Dyrektywą nr 97/23/EC Unii Europejskiej.

## PIŚMIENNICTWO

- [1] Sprawozdanie Pro Novum nr 66.952/1999. Praca Niepublikowana.
- [2] Sprawozdanie Pro Novum nr 95.1097/200. Praca Niepublikowana.
- [3] Sprawozdanie Pro Novum nr 106.1227/2001. Praca Niepublikowana.
- [4] Sprawozdanie Pro Novum nr 107.1228/2001. Praca Niepublikowana.
- [5] Sprawozdanie Pro Novum nr 111.1368/2002. Praca Niepublikowana.
- [6] Sprawozdanie Pro Novum nr 112.1369/2002. Praca Niepublikowana.
- [7] Sprawozdanie Pro Novum nr 120.1525/2003. Praca Niepublikowana.
- [8] Sprawozdanie Pro Novum nr 121.1526/2003. Praca Niepublikowana.
- [9] Sprawozdanie Pro Novum nr 14.1545/2004. Praca Niepublikowana.
- [10] Sprawozdanie Pro Novum nr 58.1589/2004. Praca Niepublikowana.
- [11] Sprawozdanie Pro Novum nr 134.1665/2004. Praca Niepublikowana.

- [12] Sprawozdanie Pro Novum nr 138.1669/2004. Praca Niepublikowana.
- [13] Sprawozdanie Pro Novum nr 14.1687/2005. Praca Niepublikowana.
- [14] Sprawozdanie Pro Novum nr 28.1702/2005. Praca Niepublikowana.
- [15] Sprawozdanie Pro Novum nr 62.1870/2006. Praca Niepublikowana.
- [16] Sprawozdanie Pro Novum nr 128.2087/2007. Praca Niepublikowana.
- [17] Sprawozdanie Pro Novum nr 149.2108/2007. Praca Niepublikowana.
- [18] Sprawozdanie Pro Novum nr 160.2119/2007. Praca Niepublikowana.
- [19] Sprawozdanie Pro Novum nr 90.2214/2008. Praca Niepublikowana.
- [20] *Trzeszczyński J., Grzesiczek E., Brunné W.*: Skuteczność rozwiązań wydłużających czas pracy długo eksploatowanych stalowych elementów turbin i rurociągów parowych, *Energetyka* 2006. Nr 3 str. 179.
- [21] *Dobosiewicz J.*: Problemy przedłużenia eksploatacji urządzeń ciepłno-mechanicznych elektrowni. Materiały konferencyjne. Sympozjum Informacyjno-Szkoleniowe. Ustroń 2008.
- [22] *Brunné W.*: Modernizacja rurociągów pary świeżej w układzie kolektorowym zwiększające elastyczność eksploatacyjną i zapewniającą oczekiwaną trwałość. Materiały konferencyjne. Sympozjum Informacyjno-Szkoleniowe, Ustroń 2008.
- [23] *Brunné W.*: Możliwość wydłużenia żywotności głównych rurociągów parowych do założonego czasu pracy. Materiały konferencyjne. Sympozjum Informacyjno-Szkoleniowe, Wisła 2002.

**Dr hab. inż. ANDRZEJ PUSZ**  
**Politechnika Śląska**  
**Instytut Materiałów Inżynierskich**  
**i Biomedycznych**

## Wybrane zagadnienia eksploatacji rurociągów z tworzyw sztucznych

Ciągle rozszerzanie zastosowań materiałów polimerowych wraz z postępem metod badawczych intensyfikuje wdrażanie rurociągów na instalacje przemysłowe. Notuje się skuteczne wypieranie rurociągów metalowych rurociągami z tworzyw, nawet na silnie agresywne media. Nie tylko jednak samo tworzywo ma tutaj znaczenie. Ze względu na to, że każda instalacja czy rurociąg jest systemem, na bezawaryjną eksploatację składają się wszystkie jego elementy. Pod pojęciem elementów dowolnego rurociągu należy rozumieć przewody rurowe, wszelkiego rodzaju: kształtki, złączki, połączenia i armaturę (kurki, zawory itp.) oraz osprzęt dodatkowy. Każdy z tych elementów spełnia swoją określoną rolę wyznaczoną przez funkcję rurociągu jako systemu. Jednak aby rurociąg funkcjonował jako konstrukcja inżynierska i w przyszłości nie sprawiał problemów podczas eksploatacji musi być spełnionych wiele warunków zwanych ogólnie systemem jakości. Wymaganiami są tym ostrzejsze im większe zagrożenie dla zdrowia lub nawet życia stwarza awaria rurociągu. Dąży się do tego, aby ograniczyć do minimum skutki i nakłady związanych z eksploatacją i potencjalnymi awariami.

Rurociągi z tworzyw sztucznych wykorzystywane są w trzech podstawowych branżach:

- ◀ instalacje przemysłowe,
- ◀ gazownictwo,
- ◀ wodociągi i kanalizacja.

Każda z tych aplikacji ma swoje specyficzne wymagania, lecz w podstawowych zagadnieniach problemy są takie same. Stąd pojęcie systemu jakości może zostać uogólnione i w zależności od specyfiki odpowiednio zaadaptowane.

System jakości jest pojęciem obejmującym swoim zasięgiem nie tylko wytwarzanie samego rurociągu lecz rozpoczyna się znacznie wcześniej, poza producentem, np. od przygotowania kadr kształcących przyszłych projektantów, pracowników nadzoru i monterów. Pierwszym etapem inwestycji jest faza zawierania umowy oraz niezwykle ważna faza projektowania, po której następuje kwalifikacja dostawców i wykonanie systemu rurociągów. Należy w tym miejscu przypomnieć,

że spajanie niektórych rurociągów z tworzyw sztucznych należy zaliczyć w świetle PN-EN 29004 do procesów specjalnych. Wynika to z zasadniczego wpływu parametrów procesu powstawania połączenia na późniejsze jego własności, a które są trudne do bezpośredniego pomiaru.

Celem spełnienia wymogów systemu jakości na poziomie realizacji dowolnego projektu muszą być pozytywnie zrealizowane następujące warunki:

- ★ przegląd umowy,
- ★ przegląd projektu,
- ★ ocena poddostawców,
- ★ monterzy, monterzy operatorzy,
- ★ personel kontroli prac montażowych,
- ★ urządzenia stosowane do montażu,
- ★ stan wyposażenia i urządzeń,
- ★ plan produkcji,
- ★ instrukcje technologiczne montażu (klejenie, spawanie, zgrzewanie),
- ★ uznanie technologii montażu,
- ★ instrukcje robocze,
- ★ dokumentowanie,
- ★ magazynowanie materiałów,
- ★ kontrola międzyoperacyjna,
- ★ niezgodności,
- ★ oznaczanie,
- ★ zapisy.

Każdy z tych warunków stanowi odrębne zagadnienie i wymaga uregulowania pisemnego aby były one dostępne dla przyszłego wykonawcy przed rozpoczęciem odpowiednich robót.

Jednym z podstawowych warunków bezawaryjnej pracy rurociągu a szczególnie instalacji jest dokładny i kompetentny projekt. Jak wykazuje praktyka, na tym etapie powstają błędy niemożliwe do usunięcia po wykonaniu instalacji i w sposób drastyczny skracające jej trwałość. Zagadnienie to będzie rozwinięte w dalszej części.